



UFRJ

BEATRIZ FRÓES MOREIRA

**ESTRATIGRAFIA E GEOLOGIA ESTRUTURAL
DO GRUPO ANDRELÂNDIA (NEOPROTEROZOICO)
EM BOM JARDIM DE MINAS, SUL DE MINAS GERAIS**

**Trabalho Final de Curso
Geologia**

UFRJ

Rio de Janeiro – RJ, Brasil

JULHO - 2018

Beatriz Fróes Moreira

Estratigrafia e Geologia Estrutural do Grupo Andrelândia (Neoproterozoico) em Bom Jardim de Minas, sul de Minas Gerais/ Beatriz Fróes Moreira - Rio de Janeiro: UFRJ / IGeo, 2018.

xi, 40f.:35il., 2 apênd.,; 30cm

Trabalho Final de Curso – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, 2018.

Orientador: André Ribeiro. Coorientador: Klaus Kuster

Estratigrafia, Geologia Estrutural, Metamorfismo, Grupo Andrelândia, Neoproterozoico, Sistema de *Nappes* Andrelândia, Zona de interferência das faixas Brasília e Ribeira.

**ESTRATIGRAFIA E GEOLOGIA ESTRUTURAL
DO GRUPO ANDRELÂNDIA (NEOPROTEROZOICO)
EM BOM JARDIM DE MINAS, SUL DE MINAS GERAIS**

Beatriz Fróes Moreira

Trabalho Final de Curso de
Graduação em Geologia do
Instituto de Geociências,
Universidade Federal do Rio de
Janeiro – UFRJ, apresentado como
requisito necessário para obtenção
do grau de Bacharel em Geologia.

Orientador: André Ribeiro
Coorientador: Klaus Kuster

Aprovada em: 26/07/2018

Por:

Orientador: André Ribeiro (UFRJ)

Rudolph Allard Johanned Trouw (UFRJ)

Débora Barros Nascimento (UFRJ)

Agradecimentos

Ao meu orientador, André Ribeiro, agradeço pelos ensinamentos ao longo da graduação e por todo o apoio que ele me ofereceu.

Aos meus amigos Lucas Arienti e Taís Martins, que estiveram comigo na etapa inicial deste trabalho, agradeço pelo companheirismo e pela amizade sincera.

A todos os meus amigos que estiveram ao meu lado nesses cinco anos, e que de alguma forma me apoiaram e acreditaram no meu sucesso: Larissa, Raísa, Ana Clara, Rafael, Bia Caetano, Rodrigo, Pietro, Álvaro e Juliana, obrigada por serem os melhores amigos que alguém poderia ter!

Aos meus pais, Cristina e Otávio, que sempre me incentivaram a me dedicar aos estudos e me mostraram que eu deveria escolher minha profissão por amor.

Ao Klaus, agradeço por ser o melhor companheiro de campo e de vida que alguém pode ser. Agradeço pelos almoços no rancho mineiro, pelos nossos passeios de final de campo e por todos os momentos inesquecíveis que passamos juntos, seja em Bom Jardim de Minas, em Três Rios, em Niterói, em Santiago ou em qualquer outro lugar pelo mundo.

Resumo

Moreira, Beatriz Fróes. Estratigrafia e Geologia Estrutural do Grupo Andrelândia (Neoproterozoico) em Bom Jardim de Minas, sul de Minas Gerais. Rio de Janeiro, 2018, xi, 40p. Trabalho de Conclusão de Curso (Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

A região a sul do Cráton São Francisco é formada por uma pilha de *nappes* com vergência para leste gerada durante a Orogênese Brasileira. Essa pilha é composta por uma sucessão de rochas metassedimentares do Grupo Andrelândia. Na área de Bom Jardim de Minas, essa sucessão foi dividida em quatro unidades litoestratigráficas mapeáveis na escala 1:12.500: I – biotita paragnaisse bandado, sillimanita xisto, quartzito e anfibolito; II – quartzito micáceo e quartzito xisto; III – biotita muscovita xisto; IV – muscovita biotita xisto com quartzito, quartzito xisto e anfibolito. Foram reconhecidas três fases de deformação (D1, D2 e D3). Em D1, foi formada a foliação principal, paralela ao acamamento sedimentar e plano axial de dobras isoclinais intrafoliais com eixo NNE ou SSW. As dobras abertas assimétricas a isoclinais com vergência para E e lineação de estiramento para SW são relacionadas à D2. Em D3, foram formadas as dobras e crenulações abertas e simétricas com eixo de baixo caimento para E ou W e plano axial íngreme mergulhando para N ou S. A associação de minerais metamórficos das rochas metapelíticas da área é constituída por muscovita, biotita, granada, cianita e sillimanita; nos anfibolitos, ocorre a associação hornblenda verde e oligoclásio, indicando metamorfismo em fácies anfibolito. Pegmatitos e veios anatéticos indicam fusão parcial.

Palavras chave: Estratigrafia, Geologia Estrutural, Metamorfismo, Grupo Andrelândia, Neoproterozoico, Sistema de *Nappes* Andrelândia, Zona de interferência das faixas Brasília e Ribeira.

Abstract

Moreira, Beatriz Fróes. Estratigrafia e Geologia Estrutural do Grupo Andrelândia (Neoproterozoico) em Bom Jardim de Minas, sul de Minas Gerais. Rio de Janeiro, 2018, xi, 40p. Trabalho de Conclusão de Curso (Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

The region south of the São Francisco craton is constituted by an east-vergent nappe stack generated during the Brasiliano Orogenesis. This pile is composed of the metasedimentary rock succession of the Andrelândia Group. In the Bom Jardim de Minas area, this succession was subdivided in four lithostratigraphic units mappable at scale 1:12.500: I – banded biotite paragneiss, sillimanite schist, quartzite and amphibolite; II – micaceous quartzite and quartz schist; III – biotite muscovite schist; IV – muscovite biotite schist with quartzite, quartz schist and amphibolite. Three deformation phases were recognized (D1, D2 e D2). During D1, a main foliation was generated, parallel to the bedding plane and to the axial plane of intrafolial isoclinal folds with NNE or SSW plunging axes. The E vergent open asymmetrical and isoclinal folds with SW stretching lineation are related to the D2 phase. During, D3, open symmetrical folds and crenulations were formed, showing low plunging axes to E or W and steep axial plan dipping to N or S. The metamorphic mineral assemblage of the metapelitic rocks within the area is constituted of muscovite, biotite, garnet, kyanite and sillimanite. In the amphibolites, the green hornblende and oligoclase association indicates amphibolite facies metamorphism. Pegmatites and anatetic veins indicate partial melting.

Keywords: *Stratigraphy, Structural Geology, Metamorphism, Andrelândia Group, Neoproterozoic, Andrelândia Nappe System, Interference zone between the Brasília and Ribeira belts.*

SUMÁRIO

Agradecimentos.....	iv
Resumo.....	v
<i>Abstract</i>	vi
Índice de Figuras.....	vii
Índice de Anexos.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivo.....	2
1.2. Localização da área.....	2
1.3. Metodologia.....	3
1.4. Nomenclatura para granulação, índice de cor das rochas e abreviação de nomes dos minerais.....	4
2. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL.....	6
2.1. Contexto tectônico regional.....	9
2.2. Estratigrafia do Grupo Andrelândia.....	13
3. UNIDADES DE MAPEAMENTO.....	17
3.1. Biotita ortognaisse - embasamento Paleoproterozoico/Complexo Mantiqueira.....	17
3.2. Unidade I - Biotita paragnaisse bandado, sillimanita xisto, quartzito e anfibolito.....	19
3.3. Unidade II - Quartzito micáceo e quartzo xisto.....	21
3.4. Unidade III - Biotita muscovita xisto.....	21
3.5. Unidade IV – Granada muscovita biotita xisto com quartzito, quartzo xisto e anfibolito.....	22
4. GEOLOGIA ESTRUTURAL.....	27
4.1. Primeira fase de deformação (D1).....	27
4.2. Segunda fase de deformação (D2).....	29
4.3. Terceira fase de deformação (D3)	32
5. METAMORFISMO.....	33
6. CONCLUSÕES.....	35
Referências bibliográficas.....	37
Anexos.....	40

Índice de figuras

Figura 1. Localização e articulação das folhas 1:50.000 do IBGE usadas no trabalho.....	2
Figura 2. Localização e principais vias de acesso a região de estudo. Fonte: Google Maps < http://maps.google.com.br/ >.....	3
Figura 3. Tabela de classificação granulométrica em relação ao tamanho dos cristais (Williams <i>et al.</i> , 1970).....	4
Figura 4. Classificação quanto ao índice de cor da rocha segundo Streckeisen (1976).....	4
Figura 5. Lista de abreviações sugeridas por Kretz (1983) e utilizadas neste trabalho.....	5
Figura 6. a) Localização da área (estrela amarela) em relação ao Cráton São Francisco. b) Crátons: SF-São Francisco; AM-Amazonas; WA-São Luiz/África Oeste; PP-Paranapanema e RP-Rio de La Plata. Modificado de Trouw et al. 2013.....	7
Figura 7. Localização aproximada da área (retângulo vermelho) no mapa metamórfico regional de Trouw et al., 2006.....	8
Figura 8. Mapa tectônico do Orógeno Brasília Meridional com indicação aproximada da área de estudo (retângulo vermelho). Campos Neto et al., 2010.....	10
Figura 9. Mapa tectônico regional da região sul de Minas Gerais. As setas em vermelho e preto indicam direção do movimento tectônico relativo às faixas Ribeira e Brasília, respectivamente. A localização aproximada da área de estudo está indicada no retângulo vermelho. Modificado de Trouw et al. 2013.....	12
Figura 10. Localização da área no mapa geológico regional simplificado do sul de Minas Gerais com foco na distribuição do Grupo Andrelândia. Paciullo (1997) e Paciullo et al. (2000).....	15
Figura 11. Associação de litofácies do Grupo Andrelândia interpretadas como depósitos de margem passiva da borda sul do Paleocontinente São Francisco. Modificado de Trouw et al., 2011.....	16
Figura 12. Quartzo (Qtz) e microclina (Mc), com plagioclásio (Pl) e biotita (Bt) subordinados, definindo composição granítica do ortogneisse do embasamento. Fotomicrografia em nicóis cruzados. Ponto BJM-132.....	18
Figura 13. Discreto bandamento em ortogneisse granítico do embasamento Paleoproterozóico. Ponto BJM-132.....	18
Figura 14. Bandamento formado por leitos claros quartzo-feldspáticos e leitos avermelhados com biotita alterada. Paragneisse da unidade 1.....	19
Figura 15. Sillimanita, biotita, muscovita e quartzo. Fotomicrografia de nicóis cruzados.....	20

Figura 16. Paragneisse com lente de quartzito, sobreposto por quartzito da unidade II.....	20
Figura 17. Quartzito da unidade II na Toca do Bichinho, Bom Jardim de Minas.....	21
Figura 18. Afloramento típico muito intemperizado de xisto da unidade IV.	22
Figura 19. Xisto com quartzo e plagioclásio, e muscovita e biotita definindo a foliação. Fotomicrografias em nicóis cruzados (a) e paralelos (b). Ponto BJM-267.....	23
Figura 20. Granada defletindo a foliação formada por muscovita e biotita em xisto da unidade IV. Fotomicrografia em nicóis paralelos. Ponto BJM-267.....	23
Figura 21. Sillimanita xisto intemperizado da unidade IV.....	24
Figura 22. Horblenda (Hbl), plagioclásio (Pl) e titanita (Ti) em anfibolito fino da unidade IV. Fotomicrografia em nicóis paralelos. Ponto BJM-257.....	24
Figura 23. Sucessão com camadas compostas por xisto e quartzito (c), xisto (b) e quartzito (a). Morro do Caxambu, Bom Jardim de Minas.....	25
Figura 24. Aglomerado de cianita em muscovita biotita xisto. Unidade IV no Morro do Caxambu, Bom Jardim de Minas.....	26
Figura 25. Dobra isoclinal intrafolial com plano axial de muito baixo mergulho, quase horizontal e eixo de baixo caimento para NE ou SW. Quartzito da unidade II.....	27
Figura 26. Estereograma de igual área, com projeção no hemisfério inferior mostrando polos de planos de foliação principal S0//S1, definindo um antiformal com flancos de baixo a médio caimento relacionado à D3 (medidas da área de mapeamento 1:12.500). n=221.....;	28
Figura 27. Estereograma de igual área, com projeção no hemisfério inferior mostrando polos de planos de foliação principal S0//S1 medidos no Morro do Caxambu. n=140.....	28
Figura 28. . Dobras e crenulações parasíticas com discreta assimetria da fase de deformação D2. Granada muscovita biotita xisto da unidade IV na parte norte da área.....	29
Figura 29. Dobra fechada relacionada à D2 no Morro do Caxambu.....	30
Figura 30. Estereograma de igual área, com projeção no hemisfério inferior mostrando polos de planos axiais de dobras S2 medidos no Morro do Caxambu (n=8).....	30
Figura 31. Estereograma de eixos de dobras D2 na área do Morro do Caxambu (n=15).....	31
Figura 32. Lineação de estiramento D2 na unidade de quartzito e quartzo xisto no Morro do Caxambu.....	31
Figura 33. Crenulação D3 no granada muscovita biotita xisto da unidade IV na parte norte da área.....	32
Figura 34. Veios anatéticos indicando início da fusão parcial em xisto da Unidade IV.....	33
Figura 35. Cristais prismáticos de sillimanita no sillimanita xisto da unidade I. Fotomicrografia em nicóis paralelos. Ponto BJM-224.....	34

Figura 36. Cristais prismáticos de sillimanita no sillimanita xisto da unidade I.
Fotomicrografia em nicóis paralelos. Ponto BJM-224.....34

Índice de anexos

Anexo 1. Mapas geológicos e seções geológicas

Anexo 2. Mapas de pontos

1. INTRODUÇÃO

Estudos litoestratigráficos e estruturais na região sul de Minas Gerais vêm ocorrendo desde a década de 1950, quando pesquisas mais detalhadas começaram a ser desenvolvidas com os trabalhos pioneiros de Barbosa (1954) e Ebert (1955,1956). Estes trabalhos pioneiros se baseavam no modelo geotectônico clássico da época, a evolução de um geossinclinal.

A partir da década de 1980, foram introduzidos novos conceitos em relação a compartimentação tectônica proterozoica do sul de Minas Gerais. Assim, Hasui (1982) denominou de Faixa Alto do Rio Grande a sucessão que Ebert (1971) denominou de Grupo Andrelândia. Posteriormente, Trouw et al. (1980, 1984) correlacionaram o termo-tectonismo nessa mesma sucessão do Grupo Andrelândia à evolução da parte sul do Orógeno Brasília Meridional e do segmento central do Orógeno Ribeira. Nas décadas de 1990 e 2000 foram definidos domínios tectônicos e metamórficos (Ribeiro et al., 1995) e sistemas de *nappes* (Campos Neto et al., 2004; Trouw et al., 2013). Devido a complexidade estrutural (aloctonia, dobramento e redobramentos), ainda existe a necessidade de estudos detalhados em pontos chave para a compreensão da história sedimentar e tectônica do Grupo Andrelândia e sua relação com a evolução geotectônica dos orógenos neoproterozóicos Brasília e Ribeira no sul de Minas Gerais. A geologia estrutural do Grupo Andrelândia em Bom Jardim de Minas é uma destas chaves para entender as relações entre aqueles orógenos.

1.1. Objetivos

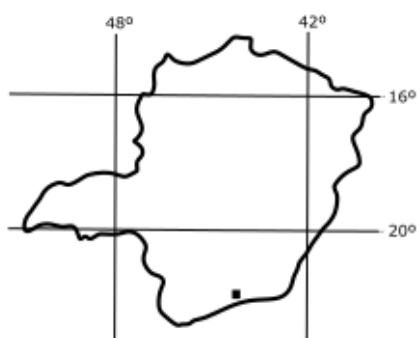
Este trabalho tem como objetivo caracterizar as unidades litológicas, a geologia estrutural e o metamorfismo do Grupo Andrelândia em Bom Jardim de Minas, no sul de Minas Gerais. A finalidade é estabelecer um elo entre o registro termo-tectônico local e a evolução dos orógenos Brasília e Ribeira.

1.2. Localização da área

A área de estudo está localizada na porção sul do estado de Minas Gerais, no sudeste do Brasil. Forma uma faixa E-W de 14 km de extensão e 10 km de largura que compreende a cidade de Bom Jardim de Minas e a porção a leste do município homônimo. Esta área é coberta pela Folha Bom Jardim de Minas (SF-23-X-C-V-4) escala 1:50.000 do IBGE, 1976 (Fig. 1).

A cidade de Bom Jardim de Minas foi utilizada como base para os trabalhos de campo. O acesso à área, saindo da cidade do Rio de Janeiro, é feito através da rodovia BR-040 até Juiz de Fora e depois pela BR-267 até Bom Jardim de Minas (Fig. 2). Uma rota alternativa é pela rodovia BR-116, seguindo depois pela RJ-159 em direção ao Norte e posteriormente pela MG-457 até a cidade de Bom Jardim de Minas.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA NO ESTADO DE MINAS GERAIS



ARTICULAÇÃO DA FOLHA

ANDRELÂNDIA	SANTANA DO GARAMBÉU	SANTA RITA DO IBITIPOCA
ARANTINA	BOM JARDIM DE MINAS	LIMA DUARTE
LIBERDADE	SANTA RITA DE JACUTINGA	RIO PRETO

Figura 1. Localização e articulação da folha 1:50.000 do IBGE no estado de Minas Gerais usada no trabalho.

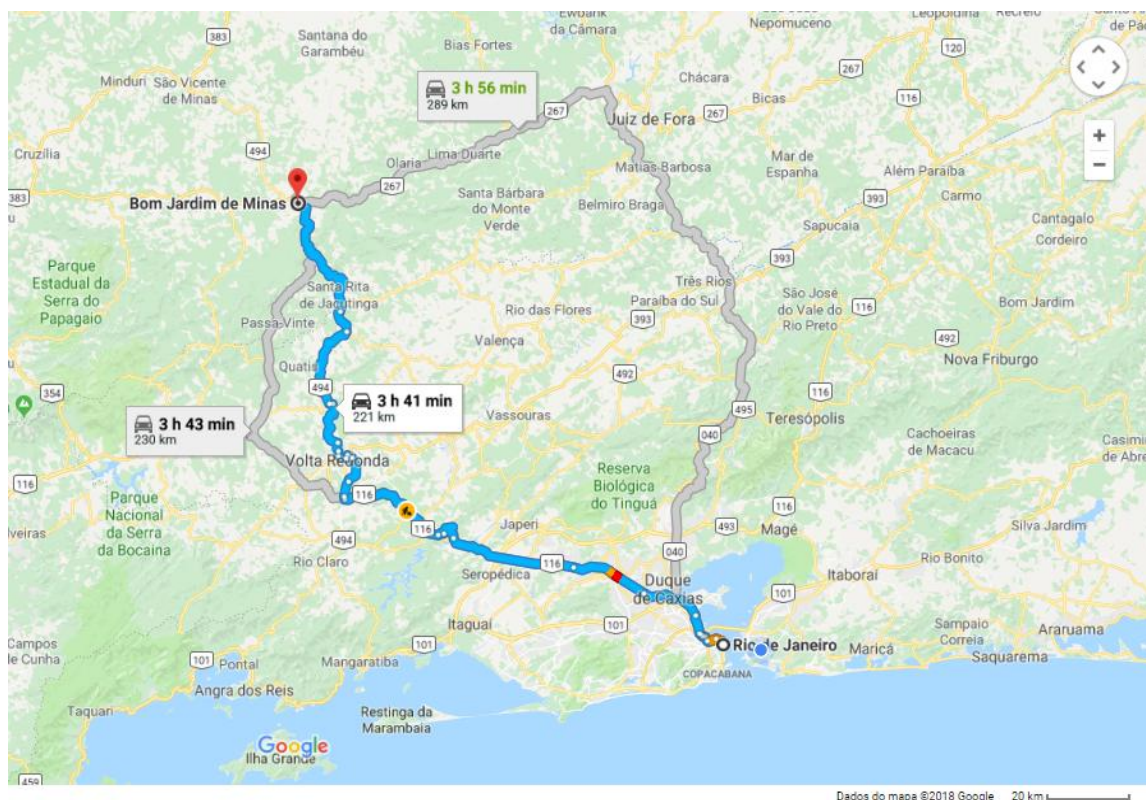


Figura 2. Localização e principais vias de acesso a região de estudo. Fonte: Google Maps <http://maps.google.com.br/>.

1.3. Metodologia

Os métodos utilizados na confecção deste trabalho consistiram nas etapas pré campo e de campo e posterior trabalho de escritório.

A etapa pré-campo consistiu em análise bibliográfica e preparação do mapa base de campo na escala 1:12.500.

A etapa de campo consistiu em diversas campanhas de mapeamento, totalizando 20 dias de trabalhos. Foram estudados 216 pontos localizados com auxílio de GPS Garmin® eTrex em coordenadas UTM, 23K, datum Córrego Alegre. Medidas estruturais foram feitas com auxílio de bússola Brunton 8099 Pro Eclipse® com declinação 19°W. Foram coletadas amostras para petrografia, sendo confeccionadas quatro lâminas petrográficas no Laboratório de Laminação da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Depois de prontas, as seções delgadas foram descritas utilizando o microscópio Zeiss Axioplan 2, com ênfase na mineralogia, texturas e microestruturas deformacionais, com o objetivo de caracterizar as rochas e também seus protólitos, fases de deformação e metamorfismo. Fotomicrografias ilustram essas feições.

Em escritório, foi feita uma tabela de pontos no programa *Excel* para produzir o mapa geológico no *software* ArcGIS.

1.4. Nomenclatura para granulação, índice de cor das rochas e abreviação de nomes dos minerais

Para a granulação das rochas e minerais foi usada a classificação de Williams *et al.* (1970) (Fig. 3) e para o índice de cor a classificação de Streckeisen (1976) (Fig. 4).

Abreviação dos nomes dos minerais foi feita segundo Kretz (1983) (Fig. 5).

Classificação	Tamanho dos cristais
Fina	< 1 mm
Média	1 – 5 mm
Grossa	5 mm – 3 cm
Muito grossa	> 3 cm

Figura 3. Tabela de classificação granulométrica em relação ao tamanho dos cristais (Williams et al., 1970).

Classificação	Percentual de minerais máficos
Hololeucocrática	0 – 5 %
Leucocrática	5 – 35 %
Mesocrática	35 – 65 %
Melanocrática	65 – 90 %
Ultramáfica	90 – 100 %

Figura 4. Classificação quanto ao índice de cor da rocha segundo Streckeisen (1976).

Bt	Biotita	Ms	Muscovita
Chl	Clorita	Pl	Plagioclásio
Ky	Cianita	Qtz	Quartzo
Grt	Granada	Sil	Sillimanita
Hbl	Hornblenda	Ttn	Titanita
Mc	Microclina		

Figura 5. Lista de abreviações sugeridas por Kretz (1983) e utilizadas neste trabalho.

2. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

A área estudada está localizada a sul do Cráton São Francisco (Fig. 6), região onde aflora uma pilha de *nappes* vergentes para leste relacionada à colisão neoproterozoica entre os paleocontinentes Paranapanema (placa superior) e São Francisco (placa inferior), após o fechamento do paleoceano Goianides (Brito Neves et al., 1999). Esse evento, relacionado ao processo de aglutinação do paleocontinente Gondwana, foi responsável pela estruturação do Orógeno Brasília Meridional. Atualmente, existem interpretações distintas acerca da compartimentação tectônica desse orógeno, que serão apresentadas no próximo item.

No sul de Minas Gerais ficou registrada a colisão, entre 620-610 Ma, com sentido de transporte tectônico para leste, que deu origem a *Nappe* Socorro-Guaxupé (placa superior) e ao Sistema de *Nappes* Andrelândia na placa inferior. A *Nappe* Socorro Guaxupé é constituída por granulitos, granitos e gnaisses migmatíticos que representam a raiz do arco magmático instalado no paleocontinente Paranapanema (Campos Neto et al., 2007). O Sistema de *Nappes* Andrelândia é formado por rochas metassedimentares, anfibolitos e rochas metaultramáficas do Grupo Andrelândia (Paciullo et al., 2000); granitos sin-colisionais; e o embasamento Arqueano/Paleoproterozoico remobilizado. Segundo Trouw et al. (2006), estas rochas registram metamorfismo de facies xisto verde até granulito (Fig. 7).

O embasamento do Grupo Andrelândia é composto por gnaisses, metagranitoides e *greenstone belts* arqueos e paleoproterozoicos, e pelas formações Tiradentes e Barroso do Mesoproterozoico (Ávila et al., 2010; Ribeiro et al., 1995, 2013). Segundo Heilbron (1993), na região entre Bom Jardim de Minas e Lima Duarte o embasamento é constituído por biotita hornblenda gnaisses tonalíticos a granodioríticos, com enclaves básicos e granitos subordinados do Complexo Mantiqueira. Segundo Paciullo et al. (2003) o Grupo Andrelândia é uma megassequência composta pelas sequências Carrancas (basal) e Serra do Turvo, que serão abordadas com mais detalhe no item 2.2.

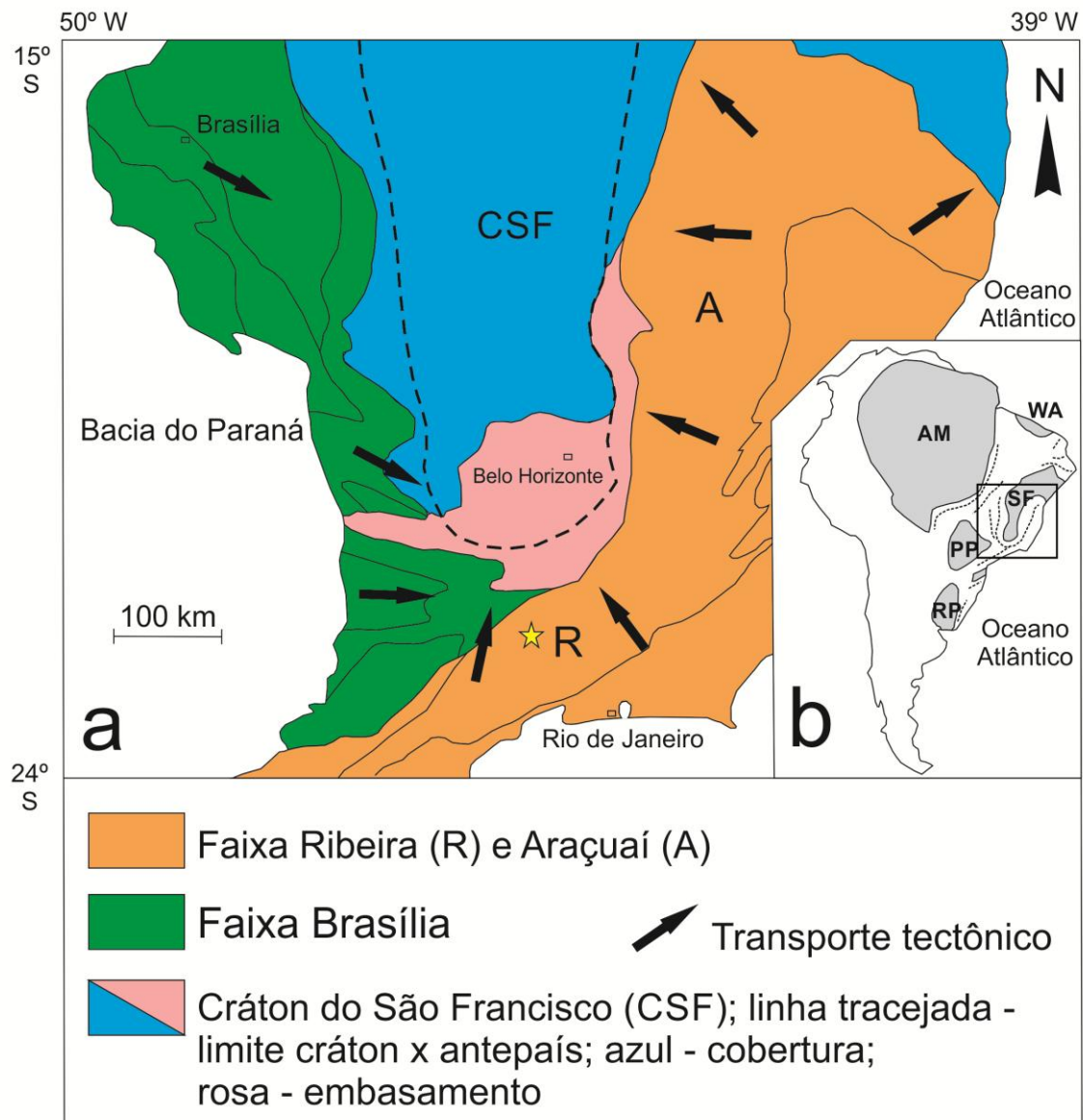


Figura 6. a) Localização da área de Bom Jardim de Minas (estrela amarela) em relação ao Cráton São Francisco. b) Crátos: SF-São Francisco; AM-Amazonas; WA-São Luiz/África Oeste; PP-Paranapanema e RP-Rio de La Plata. Modificado de Trouw et al. (2013).

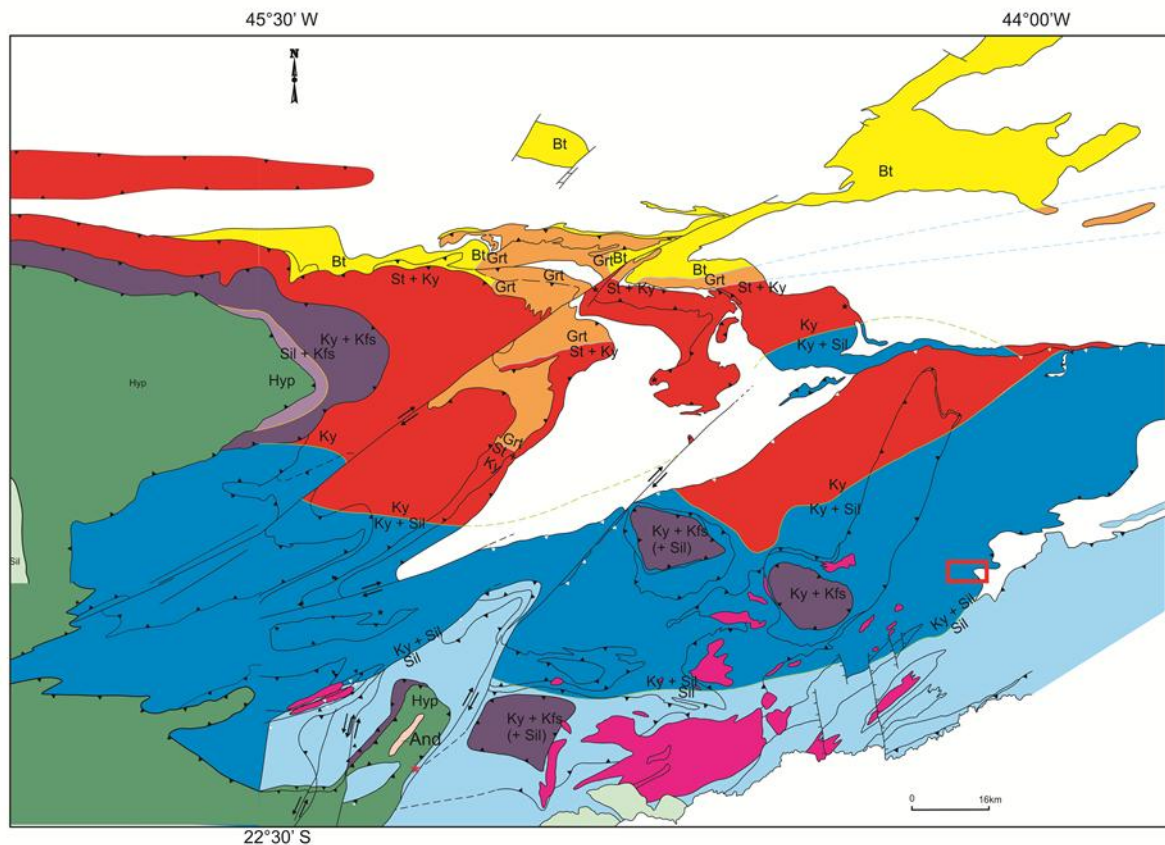


Figura 7. Localização aproximada da área (retângulo vermelho) no mapa metamórfico regional de Trouw et al. (2006).

2.1. Contexto tectônico regional

O Orógeno Brasília Meridional foi definido por Campos Neto et al. (2007, 2011) como uma pilha de *nappes* formada pela migração do *front* orogênico em um único evento de transporte principal WSW-ENE, com componentes de movimentação subordinada de direção ESE-WNW. Segundo Campos Neto et al. (2011) e Campos Neto & Caby (1999, 2000), o Sistema de *Nappes* Andrelândia seria composto por rochas de bacia de ante-arco com fonte proximal, cálcio-alcálica e juvenil. O Sistema de *Nappes* Carrancas e a *Nappe* Lima Duarte, por sua vez, seriam formados por unidades depositadas em área tectonicamente estável na margem passiva do paleocontinente São Francisco (Campos Neto et al., 2011). De acordo com essa interpretação, a área do presente estudo estaria localizada no contato entre o Sistema de *Nappes* Andrelândia e a *Nappe* Lima Duarte (Fig. 8).

Esses autores consideram que as *nappes* registram a migração contínua do orógeno em direção à margem do Cráton São Francisco, com avanço progressivo da estrutura e do metamorfismo, evidenciado pelas idades do metamorfismo decrescentes, das *nappes* superiores para as inferiores. Campos Neto et al. (2010, 2011) argumentam que as idades metamórficas registradas por dados de U-Pb em monazita são sempre mais jovens nas *nappes* inferiores e não são controladas pela aproximação do domínio Ribeira, e que a presença de sillimanita nas rochas da região é produto do retrometamorfismo controlado pela descompressão gerada durante o processo de exumação das *nappes*.

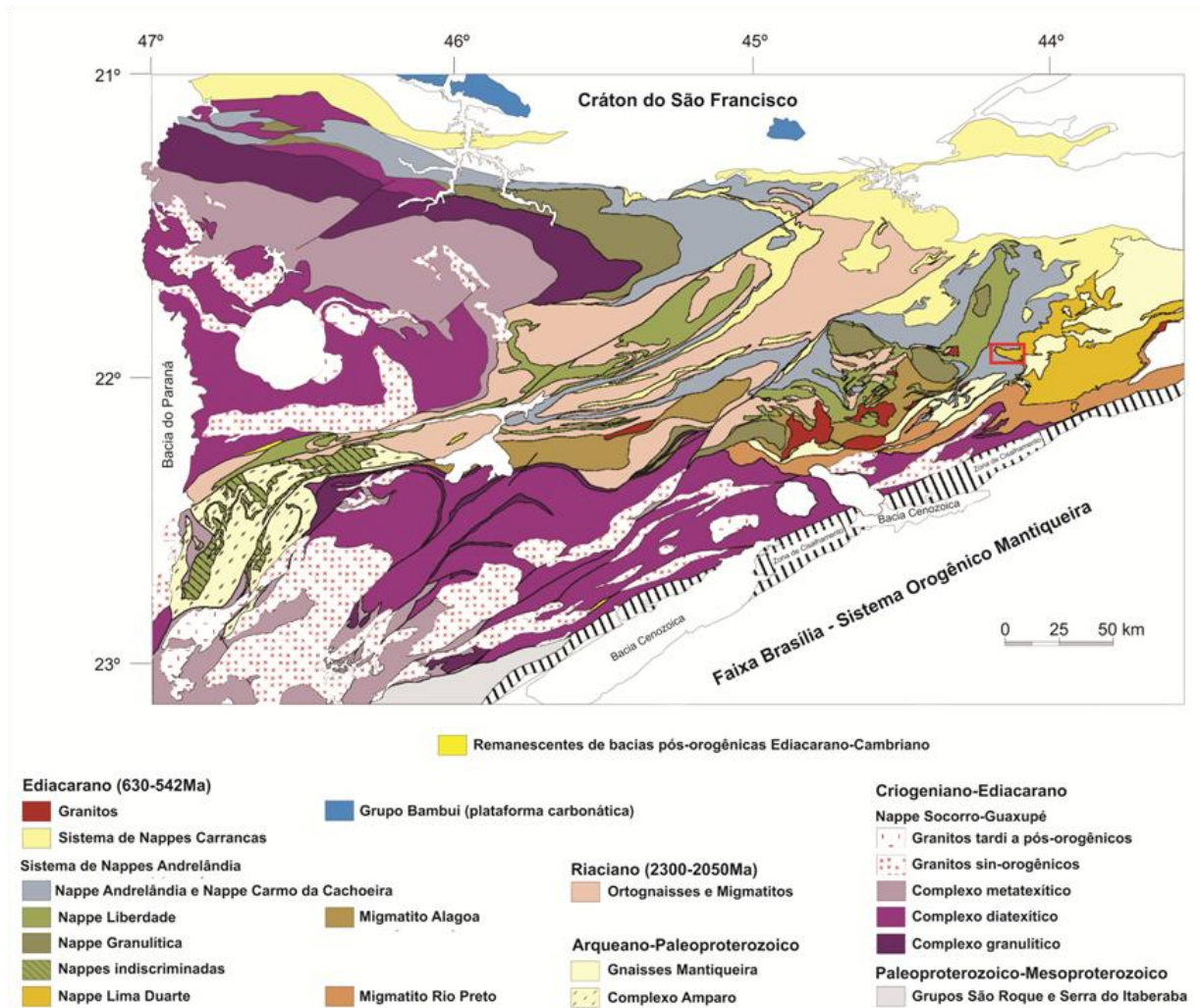


Figura 8. Mapa tectônico do Orógeno Brasília Meridional com indicação aproximada da área de estudo (retângulo vermelho). Campos Neto et al. (2010).

Para a mesma região, Trouw et al. (2013) descrevem uma zona onde o Orógeno Ribeira central trunca o extremo sul do Orógeno Brasília Meridional. Esses autores atribuem a essa configuração o termo zona de interferência entre as faixas Brasília e Ribeira, caracterizada pela superposição de estruturas e metamorfismo relacionados à colisão de ambos os orógenos. Segundo Trouw et al. (2013) a pilha de *nappes* é composta apenas por dois conjuntos: a *Nappe* Socorro-Guaxupé no topo e o Sistema de *Nappes* Andrelândia, incluindo o Sistema de *Nappes* Carrancas e a *Nappe* Lima Duarte de Campos Neto et al. (2011).

A evolução da zona de interferência é descrita por Trouw et al. (2013) da seguinte maneira: (1) subducção da placa Sanfranciscana sob a placa Paranapanema e sucessiva colisão entre 620 Ma e 610 Ma, produzindo o Sistema de *Nappes* Andrelândia, sub-horizontal e com vergência para E, composto por unidades realcionadas apenas a margem passiva do paleocontinente São Francisco, o que difere da abordagem de Campos Neto et al. (2011); (2) progressivo redobramento vergente para NW e planos axiais íngremes para SE, resultante da colisão entre 590 Ma e 560 Ma dos já unidos paleocontinentes São Francisco e Paranapanema com o Arco do Rio Negro (Heilbron et al., 2008).

Além disso, esses autores (Trouw et al., 2013) indicam que o metamorfismo registra associações ricas em cianita (típico do metamorfismo da Faixa Brasília) com sobreposição do metamorfismo Ribeira, devido a presença de sillimanita e abundância de leucogranitos. Segundo a interpretação desses autores, todas as rochas metassedimentares da área de Bom Jardim de Minas fariam parte do Sistema de *Nappes* Andrelândia.

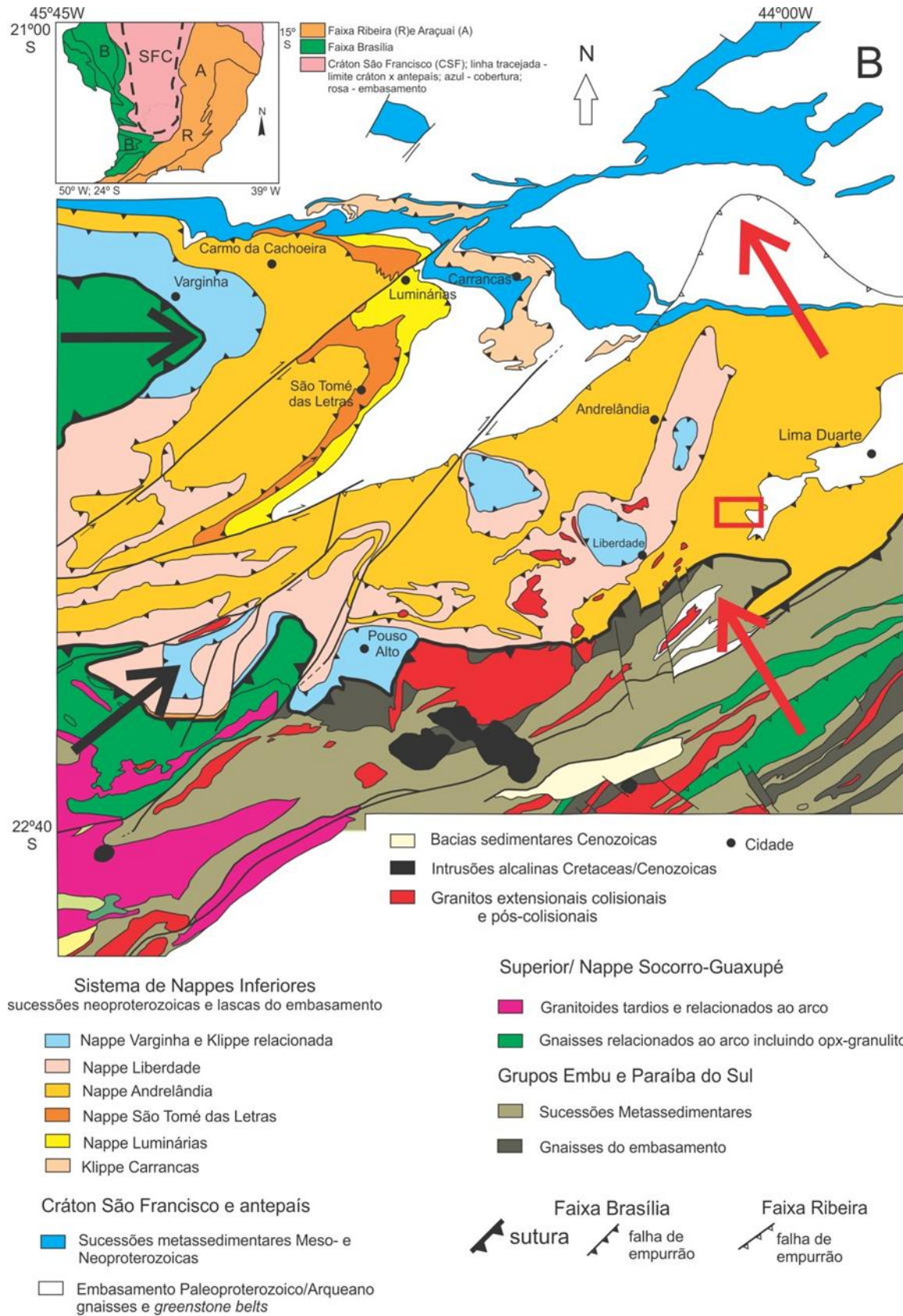


Figura 9. Mapa tectônico regional da região sul de Minas Gerais. As setas em vermelho e preto indicam direção do movimento tectônico relativo aos orógenos Ribeira e Brasília, respectivamente. A localização aproximada da área de estudo está indicada no retângulo vermelho. Modificado de Trouw et al. 2013.

2.2. Estratigrafia do Grupo Andrelândia

Paciullo et al. (2000, 2003) propuseram que as unidades do Grupo Andrelândia fariam parte da Megassequência Andrelândia, dividida por uma discordância regional interpretada como relacionada a um período glacial em duas sequências: Carrancas e Serra do Turvo.

A Sequência Carrancas foi dividida em quatro unidades (A1, A2, A3 e A4). A primeira, A1, representaria os sedimentos da fase inicial de preenchimento da Bacia Andrelândia, com paragneisses bandados com intercalações de anfibolitos de ambiente intraplaca continental, MORB transicional e rochas metaultramáficas. A Unidade A2 apresenta paragneisses e intercalações de quartzitos, filitos, xistos e anfibolitos. Localmente, ocorrem camadas delgadas de gonditos e sucessões métricas de mármore. Essa unidade é interpretada como depósitos platformais e turbidíticos nas porções mais profundas da bacia. Essas duas unidades basais foram reunidas em uma única unidade de mapeamento sob a designação Unidade São Vicente nos mapas da COMIG (Paciullo et al., 2003).

O quartzito do topo da unidade A2, segundo Paciullo et al. (2000, 2003), se desenvolve dando origem a Unidade São Tomé das Letras, ou A3. Essa unidade é composta por quartzitos de mica esverdeada e intercalações até decimétricas de xistos com mica verde. O ambiente deposicional relacionado a essa unidade é interpretado como parassequências agradacionais platformais (*shoreface*) depositadas em trato de sistema transgressivo.

Em contato brusco ou gradacional, sobre o quartzito A3 ou lateralmente a ele, ocorrem filitos e xistos cinzentos e quartzitos subordinados da unidade A4, também conhecida como Unidade Campestre da Sequência Carrancas. Essas sucessões são predominantemente pelítico-aluminosas, com granada, cloritóide ou estauroлита, cianita e/ou sillimanita. As rochas da Unidade Campestre representam parassequências retrogradacionais depositadas em trato de sistema de mar alto. Os pelitos ultrapassam o limite sul da bacia original e recobrem a unidade A1+A2 e o embasamento, logo esta unidade representaria um período de inundação máxima (Paciullo et al., 2003).

Discordante sobre este pacote está depositada a Sequência Serra do Turvo, formada pelas unidades Santo Antônio (A5) e Arantina (A6) (Paciullo et al. 2000, 2003). Segundo Trouw et al. (2011), as unidades A1, A2, A3, A4 e A6 fazem parte da sequência inferior, e a unidade A5 faz parte da sequência superior (Fig. 11). A unidade A5 é composta por biotita xistos e filitos feldspáticos. Ocorrem, localmente, fragmentos de ortognáisses, rochas calcissilicáticas e quartzo de veios envoltos por matriz wáckica, interpretados como seixos pingados. No topo, as litofácies são pelitos que recobrem as rochas da Sequência Carrancas e o embasamento. Representam sedimentação em períodos de mar baixo e mar alto

relacionados a variações glacio-eustáticas. Novos estudos isotópicos indicam que essa unidade foi depositada durante os estágios iniciais da colisão, com proveniência sedimentar tanto do paleocontinente São Francisco quanto do Paranapanema (Kuster et al., submetido).

A Unidade Arantina, A6, é formada por um conjunto de rochas correspondentes às fácies marinhas profundas das unidades A3 e A4. É constituída por muscovita biotita xistos e gnaisses com intercalações de quartzo xisto, quartzito, metachert, anfibolito, rochas metraultramáficas e rocha calcissilicática. Esse pacote é o registro de fluxos gravitacionais (arenosos e turbidíticos) e sedimentação hemipelágica. Quando em fácies granulito essa sucessão é denominada Unidade A6g.

De acordo com a interpretação alternativa de Campos Neto et al. (2004, 2011), as rochas das unidades A5 e A6 seriam depósitos tipo *flysch* relacionados a colisão entre os paleocontinentes Paranapanema e São Francisco.

Em Bom Jardim de Minas, segundo Paciullo et al. (2000), as rochas seriam pertencentes às unidades A3, A5 e A6 (Fig. 10). Na interpretação de Campos Neto et al. (2004, 2007), nesta área estaria o contato entre o Xisto Rio Capivari, equivalente à unidade A6 da *Nappe* Andrelândia, e os metassedimentos da *Nappe* Lima Duarte. As rochas metassedimentares da *Nappe* Lima Duarte foram descritas por Campos Neto et al. (2004) como quartzitos muito grossos, recristalizados em textura milonítica, com restritas fácies ferríferas bandadas, que ocorrem em lascas espessas de até 750m. Segundo esses autores, ocorrem também sillimanita granada biotita gnaisses migmatíticos com intercalações delgadas e esparsas de gnaisses calciossilicáticos.

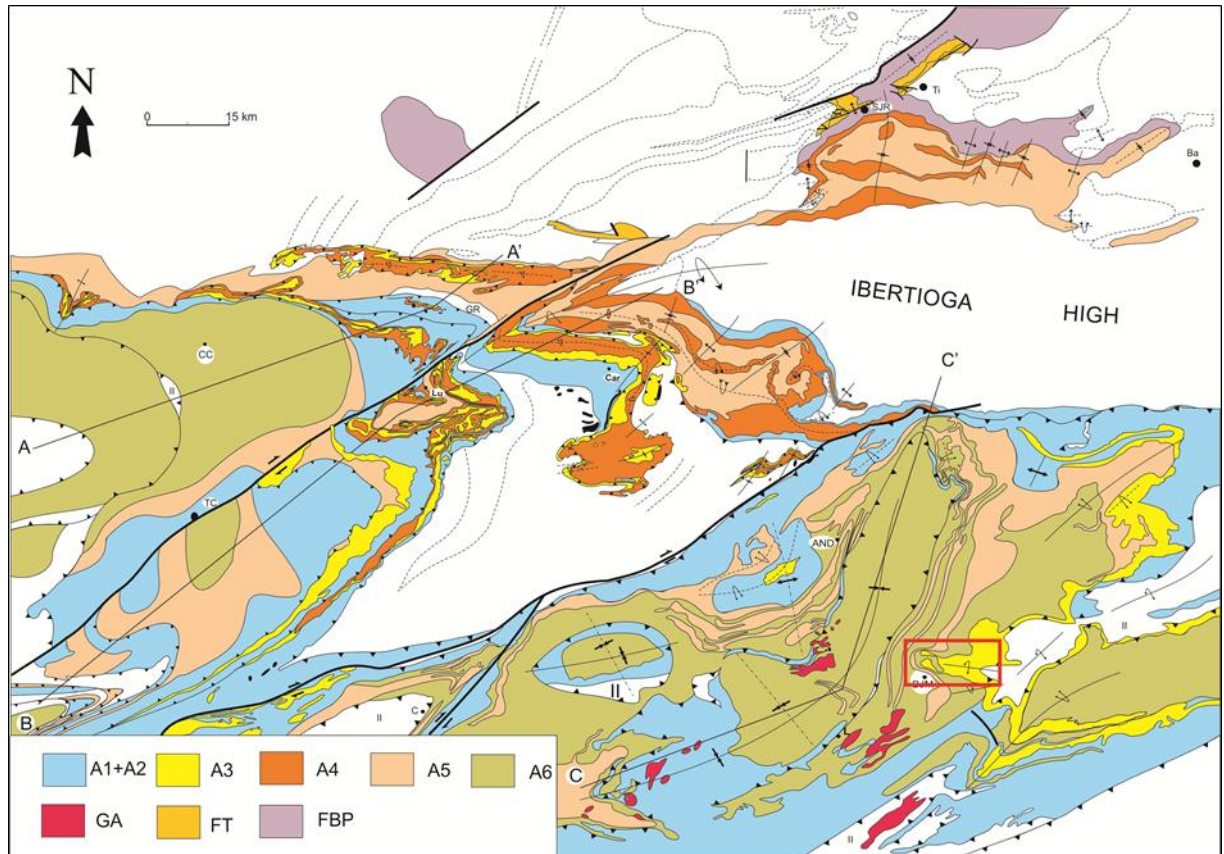


Figura 10. Localização da área no mapa geológico regional simplificado do sul de Minas Gerais com foco na distribuição do Grupo Andrelândia: branco - embasamento; FT- Formação Tiradentes; FBP- formações Barroso e Prados. Grupo Andrelândia: A1+A2- paragneisse, anfibolito, quartzito, xisto, rochas metaultramáficas e rocha calcissilicática; A3- mica verde quartzito; A4- filito/xisto cinzento com quartzito subordinado; A5- biotita filito/xisto; A6- biotita xisto/gnaiss, anfibolito, quartzito, metachert, rochas metaultramáficas e rocha calcissilicática. GA- granito anatótico. Modificados de Paciullo (1997) e Paciullo et al. (2000).

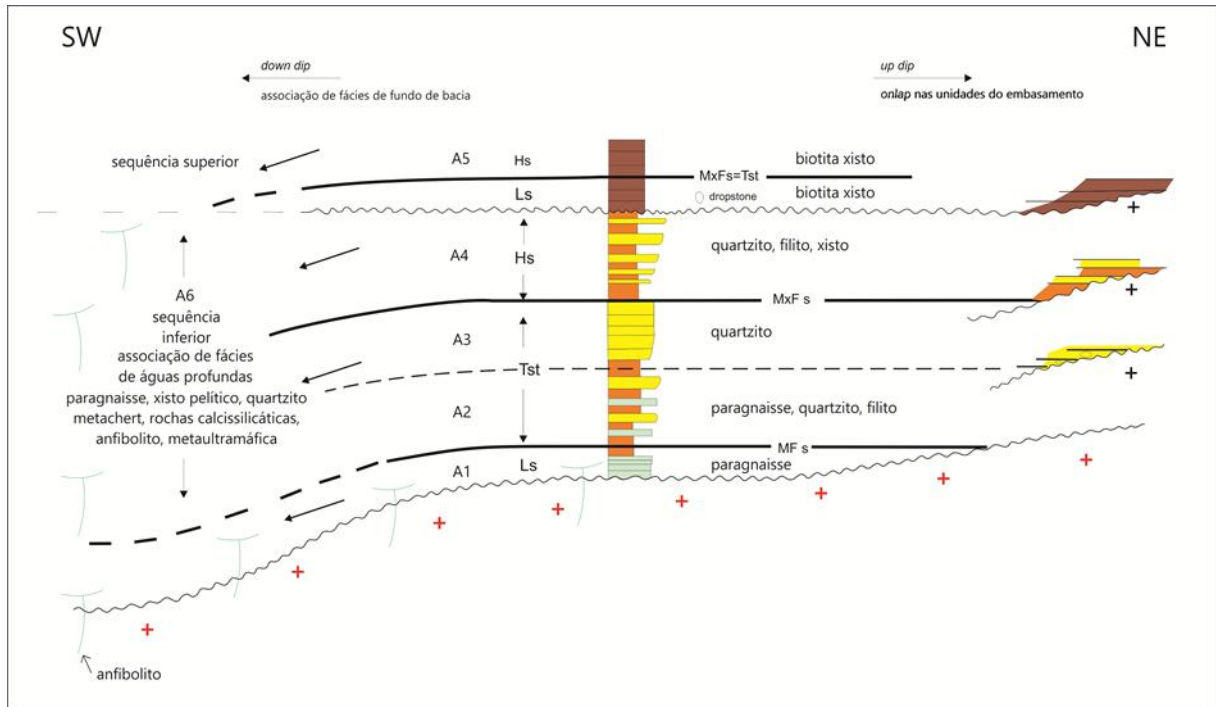


Figura 11. Associação de litofácies do Grupo Andreelândia interpretadas como depósitos de margem passiva na borda sul do Paleocôntinente São Francisco. Legenda: A1 a A6- associações de litofácies. Tratos de sistema: Ls- mar baixo; Tst-transgressivo e Hs- mar alto. MFs- superfície de inundação marinha. Correspondência com as unidades definidas por Paciullo et al., 2003: São Vicente – A1+A2; São Tomé das Letras- A3; Campestre- A4; Santo Antônio- A5; Arantina- A6. Modificado de Trouw et al., 2011.

3. UNIDADES DE MAPEAMENTO

Foram definidas quatro unidades (I, II, III, IV) de rochas metassedimentares com intercalações de anfibolito, e uma unidade de biotita ortognaisse (Anexo 1). As primeiras correspondem a unidades neoproterozoicas do Grupo Andrelândia, e o ortognaisse ao embasamento Paleoproterozoico do Complexo Mantiqueira (Heilbron, 1993).

Na unidade I predomina biotita gnaisse bandado com intercalações de quartzo xisto, e localmente sillimanita biotita muscovita xisto e anfibolito. Ocorre também uma lente mapeável de quartzito puros a feldspáticos (Anexo 1). Esta sucessão corresponde à Unidade São Vicente (A1+A2) de Paciullo et al. (2000; Fig. 10). A unidade II é composta por quartzito micáceo e intercalações de quartzo xisto; é equivalente a Formação São Tomé das Letras e a unidade A3 mostrada na figura 11. Na unidade III ocorre um xisto muito intemperizado, possivelmente com biotita e muscovita. A unidade IV é composta principalmente por granada muscovita biotita xistos, e contém intercalações de quartzito e quartzo xisto (unidade IVa no Anexo 1A). No mapa do Morro do Caxambu foi possível mostrar uma subdivisão detalhada da unidade IVa (Anexo 1B). A unidade IV cobre a unidade II em provável contato de empurrão. Segundo Campos Neto (2000) este seria o limite entre as *nappes* Andrelândia e Lima Duarte. A unidade representa o Xisto Arantina ou Unidade A6 da Sequência Serra do Turvo (Paciullo et al., 2000) ou o Xisto Rio Capivari (Campos Neto et al., 2007).

3.1. Biotita ortognaisse – embasamento Paleoproterozoico/Complexo Mantiqueira

Trata-se de gnaisse fino a médio, leucocrático, com quartzo, microclina, plagioclásio e biotita definindo composição granítica (Fig. 12). A rocha tem um bandamento marcado por lâminas quartzo-feldspáticas (Fig. 13).

Foi feita uma lâmina petrográfica dessa unidade.

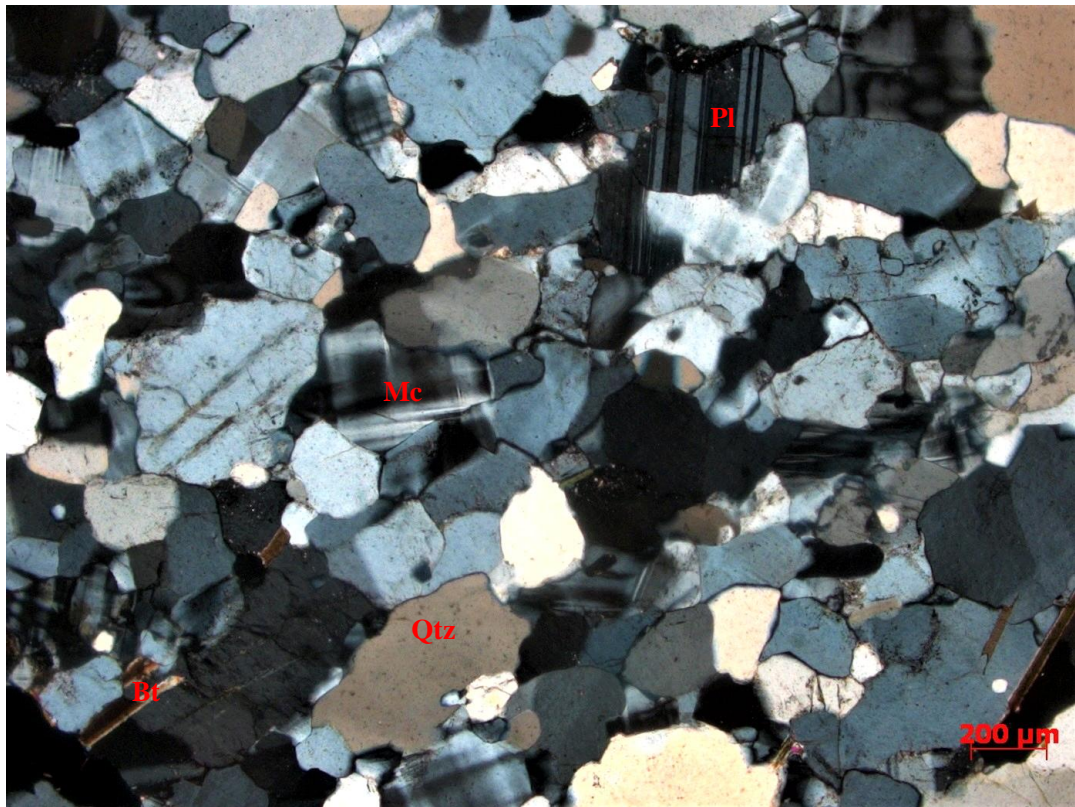


Figura 12. Quartzo (Qtz) e microclina (Mc), com plagioclásio (Pl) e biotita (Bt) subordinados, definindo composição granítica do ortogneisse do embasamento. Fotomicrografia em nicóis cruzados. Ponto BJM-132.



Figura 13. Discreto bandamento em ortogneisse granítico do embasamento Paleoproterozóico. Ponto BJM-132.

3.2. Unidade I - biotita paragnaisse bandado, sillimanita xisto, quartzito e anfibolito

Paragnaisses bandados predominam nesta unidade, porém somente foram encontrados muito alterados intempericamente. São compostos por leitos ricos em quartzo e feldspato e leitos ricos em biotita (Fig. 14). Neste gnaiss se intercalam xistos feldspáticos em contatos bruscos ou transicionais, indicando a origem sedimentar do gnaiss.

Localmente, ocorre xisto médio a grosso em bancos métricos a centimétricos, com biotita, muscovita, sillimanita e quartzo (Fig. 15). Como acessórios ocorrem rutilo, apatita e zircão.

Um afloramento de anfibolito fino alterado intempericamente foi encontrado intercalado no paragnaisse.

Uma lente contendo quartzito puro ou feldspático e quartzo xisto foi individualizada na unidade I, definindo a crista de um morro (Fig. 16).

Foi feita uma lâmina petrográfica nessa unidade, do sillimanita xisto.



Figura 14. Bandamento formado por leitos claros quarto-feldspáticos e leitos avermelhados com biotita alterada. Paragnaisse da unidade I.

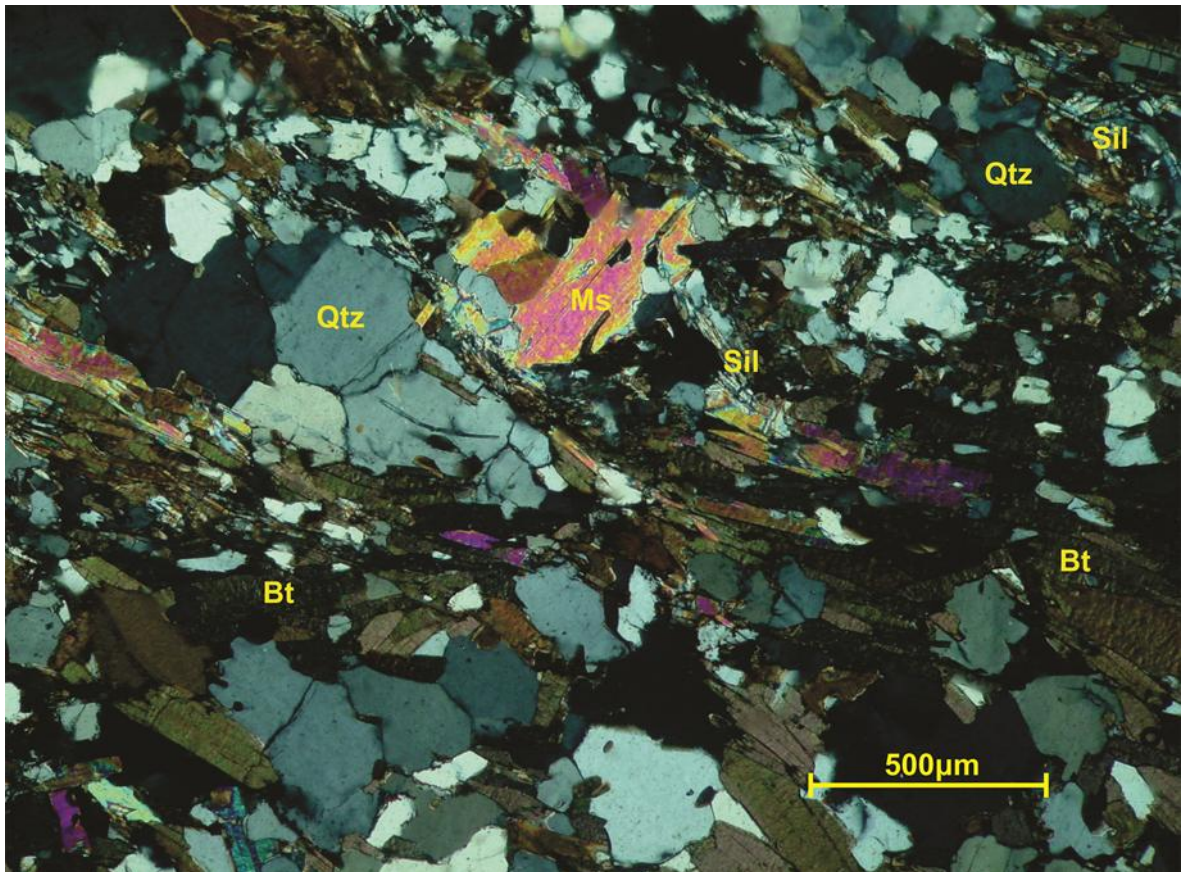


Figura 15. Sillimanita, biotita, muscovita e quartzo. Fotomicrografia de nicóis cruzados.

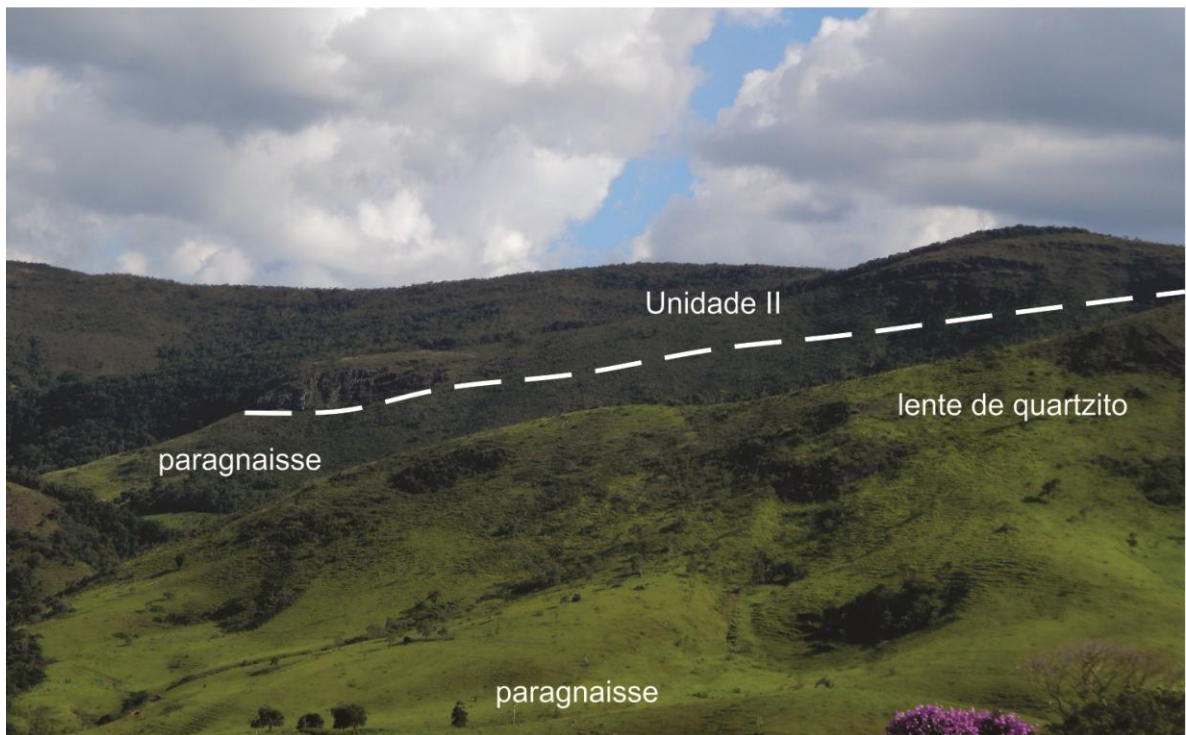


Figura 16. Paragnaisse com lente de quartzito, sobreposto por quartzito da unidade II.

3.3. Unidade II- quartzito micáceo e quartzito xisto

Esta unidade está representada por sucessões de quartzitos e intercalações de quartzito xisto que se destacam nas serras da região. Os quartzitos podem ser puros ou micáceos (muscovita) e predominantemente grossos. Formam camadas delgadas (1-10cm) a espessas (30-100cm) onde se intercalam bancos centimétricos a métricos de quartzito xisto e muscovita xisto grosso (Fig. 17).

Não foram feitas lâminas petrográficas nessa unidade.



Figura 17. Quartzito da unidade II na Toca do Bichinho, Bom Jardim de Minas.

3.4. Unidade III - biotita muscovita xisto

A unidade é formada por xisto muito intemperizado contendo quartzo e provavelmente biotita e muscovita. Ocorre em um platô no topo da Serra do Governo, acima do quartzito da unidade II.

Essa unidade difere da Unidade IV pela ausência de granada e sillimanita, além de não possuir intercalações com quartzitos e quartzito xisto.

Não foram feitas lâminas petrográficas nessa unidade.

3.5. Unidade IV- Granada muscovita biotita xisto com quartzito, quartzo xisto e anfibolito

Trata-se de xisto médio a grosso, frequentemente intemperizado (Fig. 18), composto por quartzo e plagioclásio com muscovita e biotita definindo a foliação (Fig. 19). Ocorrem porfiroblastos de granada (Fig. 20) de até 2 cm e sillimanita (Fig. 21). Intercalações de quartzito micáceo, quartzo xisto e anfibolito fino (Fig. 22) são frequentes.

Foram feitas duas lâminas petrográficas nessa unidade, uma de granada muscovita biotita xisto e outra de anfibolito.

A mineralogia essencial do anfibolito dessa unidade é hornblenda verde e oligoclásio. Como minerais acessórios ocorrem titanita, quartzo, biotita e zircão.



Figura 18. Afloramento típico muito intemperizado de xisto da unidade IV.

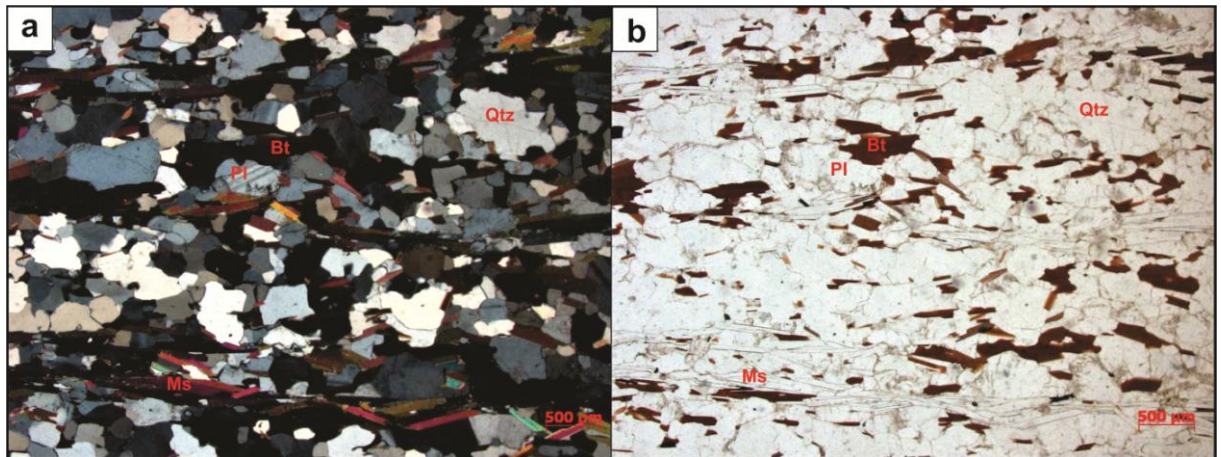


Figura 19. Xisto com quartzo e plagioclásio, muscovita e biotita definindo a foliação. Fotomicrografias em nicóis cruzados (a) e paralelos (b). Ponto BJM-267.

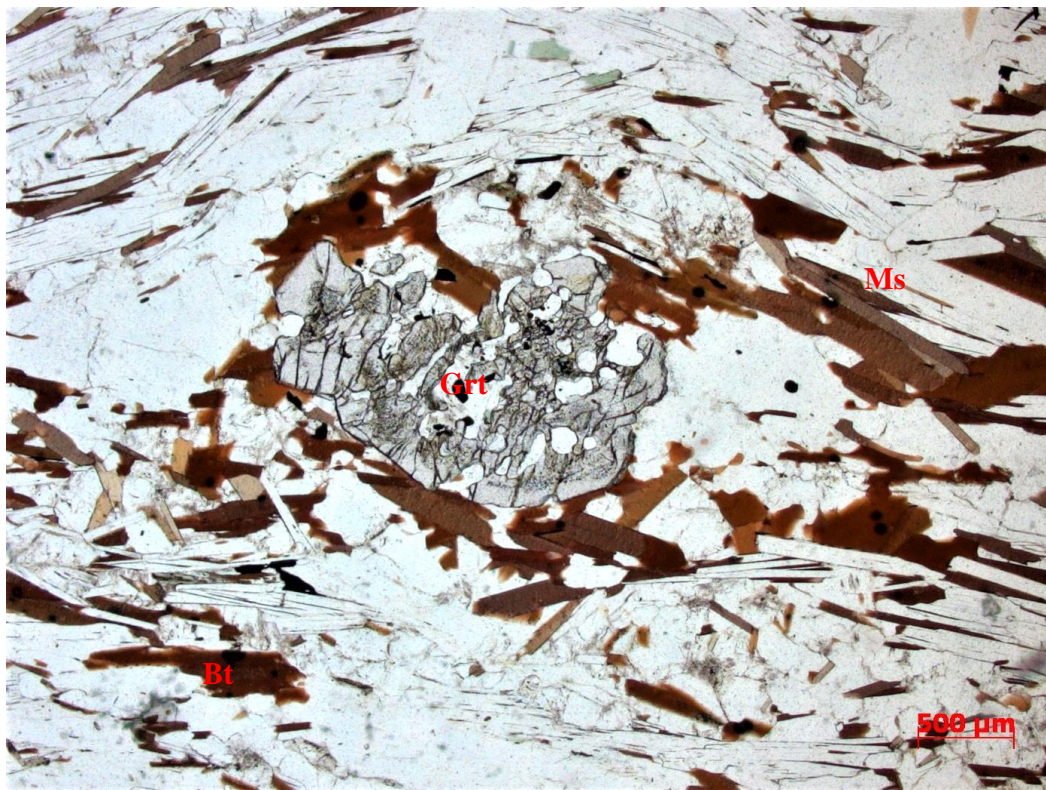


Figura 20: Granada defletindo a foliação formada por muscovita e biotita em xisto da unidade IV. Fotomicrografia em nicóis paralelos. Ponto BJM-267.



Figura 21. Sillimanita xisto intemperizado da unidade IV.



Figura 22. Hornblenda (Hbl), plagioclásio (Pl) e titanita (Ti) em anfibolito fino da unidade IV. Fotomicrografia em nicóis paralelos. Ponto BJM-257.

Para melhor entendimento da unidade IV foi feito um mapeamento detalhado, na escala 1:2.500, no Morro do Caxambu em Bom Jardim de Minas (Anexo 1B). Esse trabalho foi desenvolvido previamente, em conjunto com Lucas Arienti Gonçalves e Taís Ferreira Martins, na Jornada de Iniciação Científica da UFRJ de 2015.

Neste local a unidade IV é constituída por muscovita biotita xisto com granada e sillimanita e intercalações de quartzito e de sucessão de camadas compostas por intercalações de quartzito e xisto (Fig. 23). Localmente nos xistos ocorrem aglomerados de cianita grossa e muito grossa ($> 3\text{cm}$; Fig. 24).

No Morro do Caxambu, as unidades foram divididas levando em conta apenas a estratigrafia (Anexo 1B), ou seja, não existe diferença mineralógica entre os xistos 1, 2 e 3 nem entre os quartzitos 1 e 2. Os fechamentos das lentes de quartzito no mapa são puramente sedimentares.

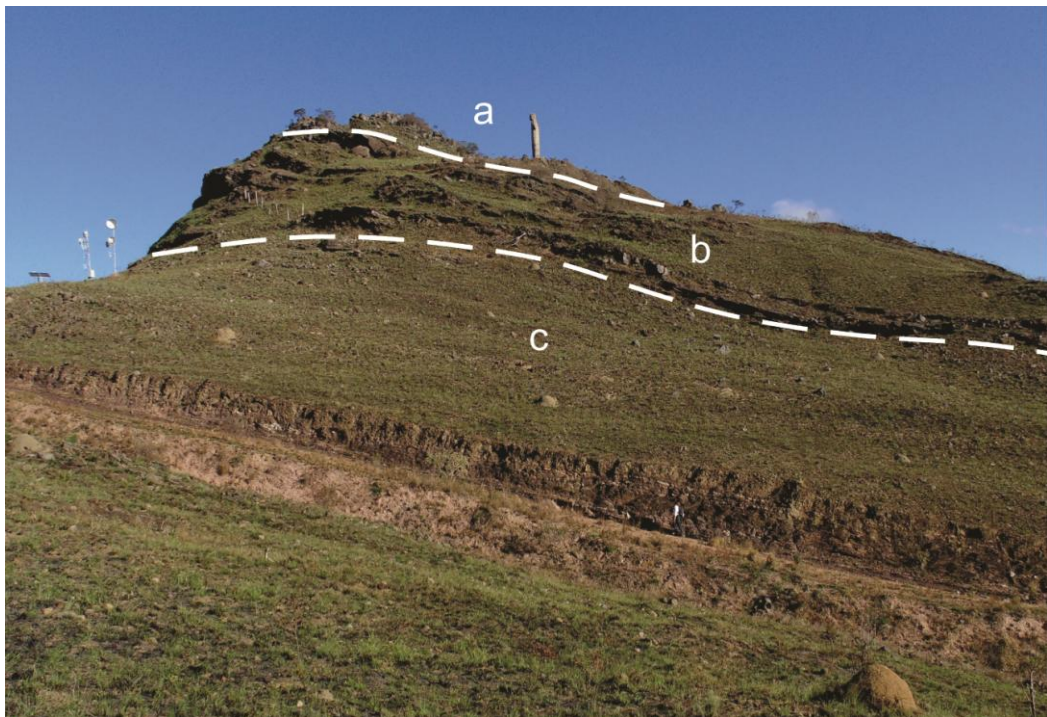


Figura 23. Sucessão com camadas compostas por xisto e quartzito (c), xisto (b) e quartzito (a). Morro do Caxambu, Bom Jardim de Minas.



Figura 24. Aglomerado de cianita em muscovita biotita xisto. Unidade IV no Morro do Caxambu, Bom Jardim de Minas. Ponto MC-101.

4. GEOLOGIA ESTRUTURAL

Foram identificadas três fases de deformação (D1, D2 e D3) na área.

O contato entre as unidades II e IV foi interpretado por Campos Neto et al. (2010; Fig. 8) como uma falha de empurrão separando as *nappes* Andrelândia e Lima Duarte, esta última seria constituída pelas unidades I, II e III. Como não foram encontradas evidências suficientes para caracterizar uma falha de empurrão na área, esse contato foi definido como uma falha de empurrão inferida.

4.1. Primeira fase de deformação (D1)

Esta fase forma a foliação principal da área, paralela ao acamamento (S0) e plano axial de dobras isoclinais intrafoliais com eixo de caimento variado mas em geral de baixo ângulo ($< 10^\circ$) para NNE ou SSW (Fig. 25). O empurrão com vergência para E faz parte de D1. A foliação S1, junto com o acamamento, está dobrada e redobrada nas dobras D2 e D3 (Fig. 26). O estereograma de S1 da área do Morro do Caxambu mostra mergulho principal para SW (Fig. 27).



Figura 25. Dobra isoclinal intrafolial com plano axial de muito baixo mergulho, quase horizontal e eixo de baixo caimento para NE ou SW. Quartzito da unidade II.

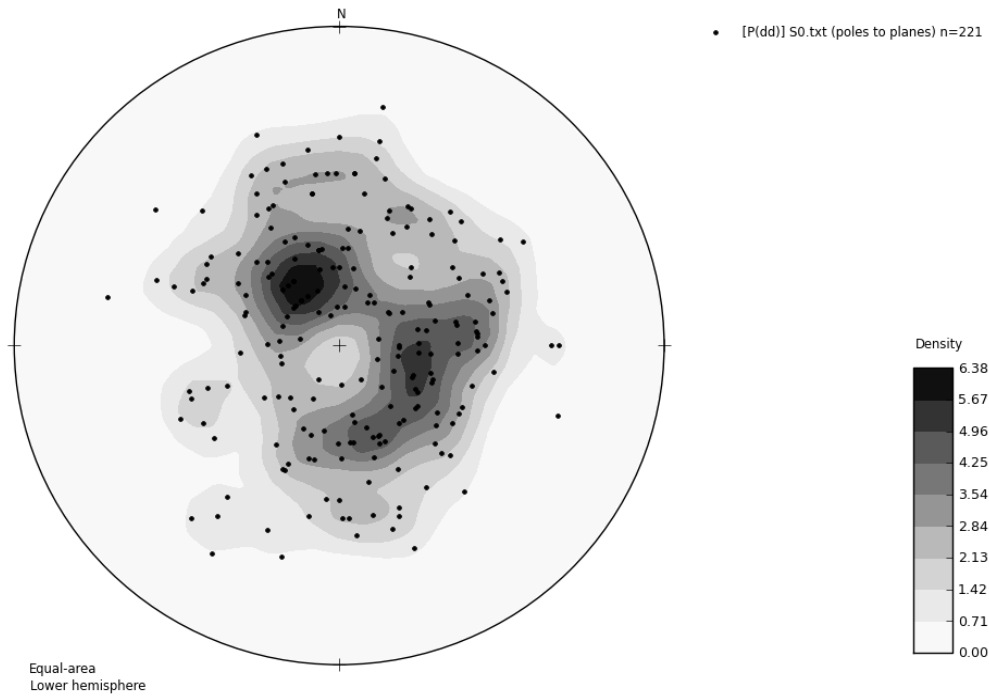


Figura 26. Estereograma de igual área, com projeção no hemisfério inferior mostrando polos de planos de foliação principal S0//S1, definindo um antiformal com flancos de baixo a médio caimento relacionado à D3 (medidas da área de mapeamento 1:12.500). n=221.

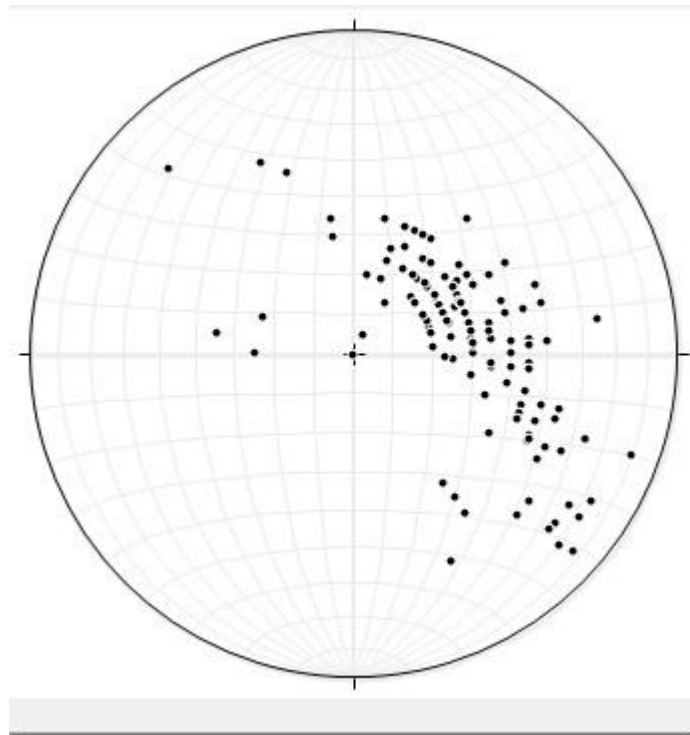


Figura 27. Estereograma de igual área, com projeção no hemisfério inferior mostrando polos de planos de foliação principal S0//S1 medidos no Morro do Caxambu. n=140.

4.2. Segunda fase de deformação (D2)

As dobras D2 são abertas assimétricas com vergência para E, plano axial de mergulho íngreme ($> 60^\circ$) de traço N-S e eixo de baixo caimento ($< 15^\circ$) para S ou N (Fig. 28).

No Morro do Caxambu (Anexo 1B) ocorrem dobras fechadas até isoclinais que deformam a foliação principal dos xistos e quartzitos (Fig. 29), relacionadas a D2. Estas dobras tem plano axial com mergulho de cerca de 45° para SW (Fig. 30) e eixo de baixo caimento para SW (Fig. 32). Paralela ao eixo destas dobras ocorre lineação de estiramento (Fig. 33).



Figura 28. Dobras e crenulações parasíticas com discreta assimetria da fase de deformação D2. Granada muscovita biotita xisto da unidade IV na parte norte da área.



Figura 29. Dobra fechada relacionada à D2 no Morro do Caxambu.

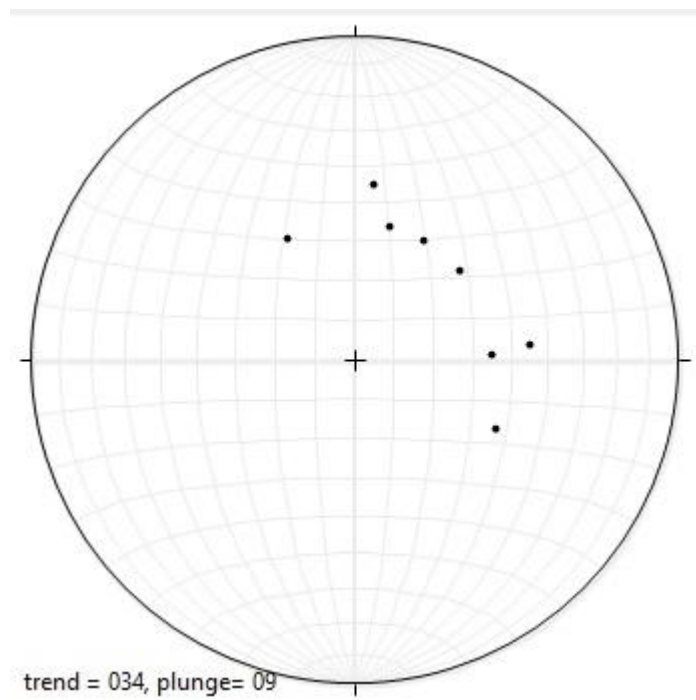


Figura 30. Estereograma de igual área, com projeção no hemisfério inferior mostrando polos de planos axiais de dobras S2 medidos no Morro do Caxambu (n=8).

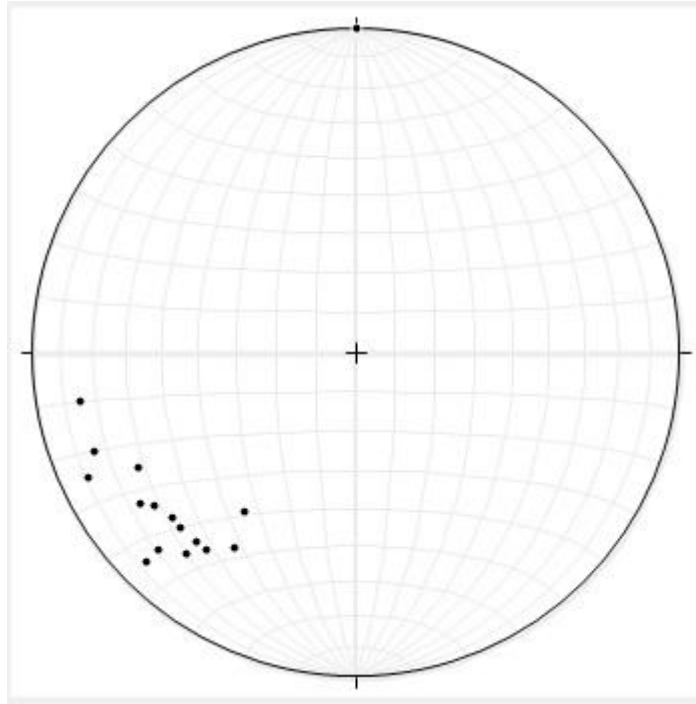


Figura 31. Estereograma de eixos de dobras D2 na área do Morro do Caxambu (n=15).



Figura 32. Lineação de estiramento D2 na unidade de quartzito e quartzito xisto no Morro do Caxambu.

4.23. Terceira fase de deformação (D3)

Caracterizou-se como D3 dobras abertas simétricas, com plano axial de mergulho íngreme para N ou S e eixos de baixo caimento para E ou W. D3 forma um anticlinal de grande escala, com mergulhos de S1 ora para NW ora para SE. Ocorrem também crenulações relacionadas à D3 (Fig. 33). No Morro do Caxambu existem dobras abertas com plano axial de mergulho íngreme para NNW ou SSE e eixos de baixo caimento para SW, possivelmente relacionadas à fase de deformação D3.

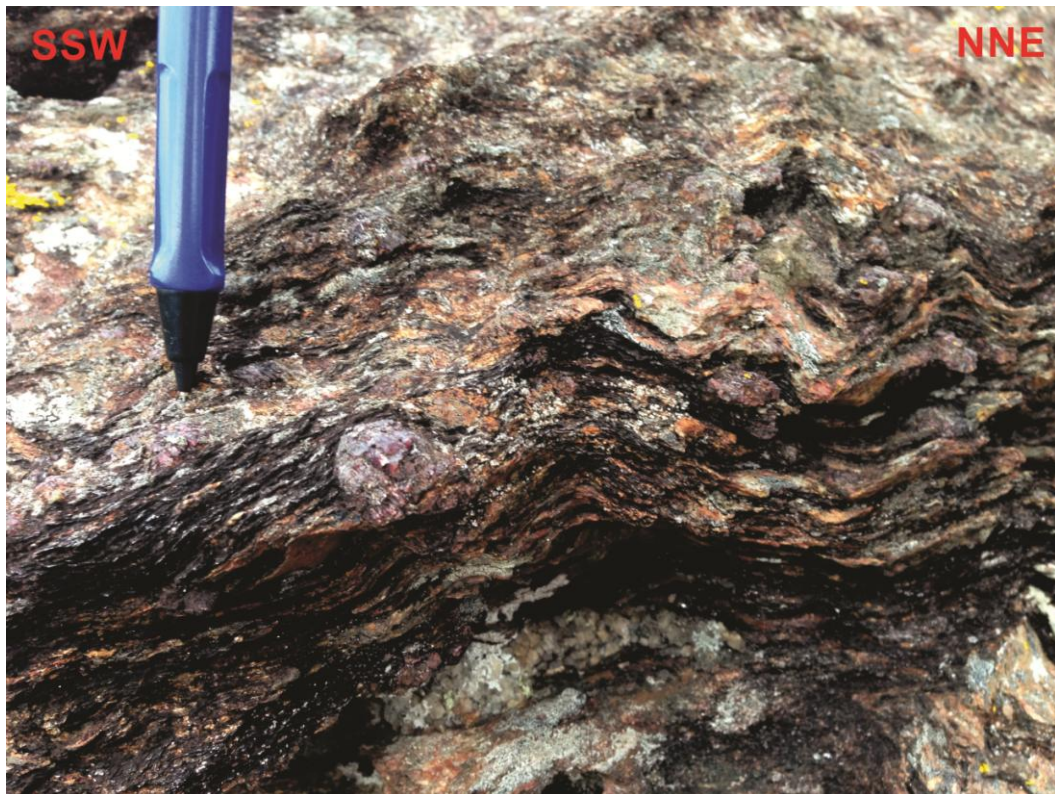


Figura 33. Crenulação D3 no granada muscovita biotita xisto da unidade IV na parte norte da área.

5. METAMORFISMO

O metamorfismo é caracterizado pela presença de muscovita, biotita, granada, sillimanita e cianita. Anfibolito com hornblenda verde e plagioclásio (oligoclásio) indica fácies anfibolito. Pegmatitos e veios anatéticos registram zona de anatexia (Fig. 34).

A sillimanita ocorre tanto com hábito prismático (Fig. 35) quanto como sua variedade fibrosa, fibrolita. A cianita ocorre em agregados (Fig. 24). A coexistência destes aluminossilicatos em rochas metapelíticas indica desequilíbrio.

Foi utilizado o gráfico P-T para associações de minerais em rochas com protólito pelítico modificado de Yardley (1991) para mostrar o campo de pressão e temperatura a qual as rochas da área foram expostas (Fig. 36).

Como foram confeccionadas poucas lâminas petrográficas (quatro no total), não foi possível correlacionar o crescimento dos minerais metamórficos com as fases de deformação.



Figura 34. Veios anatéticos indicando início da fusão parcial em xisto da Unidade IV.

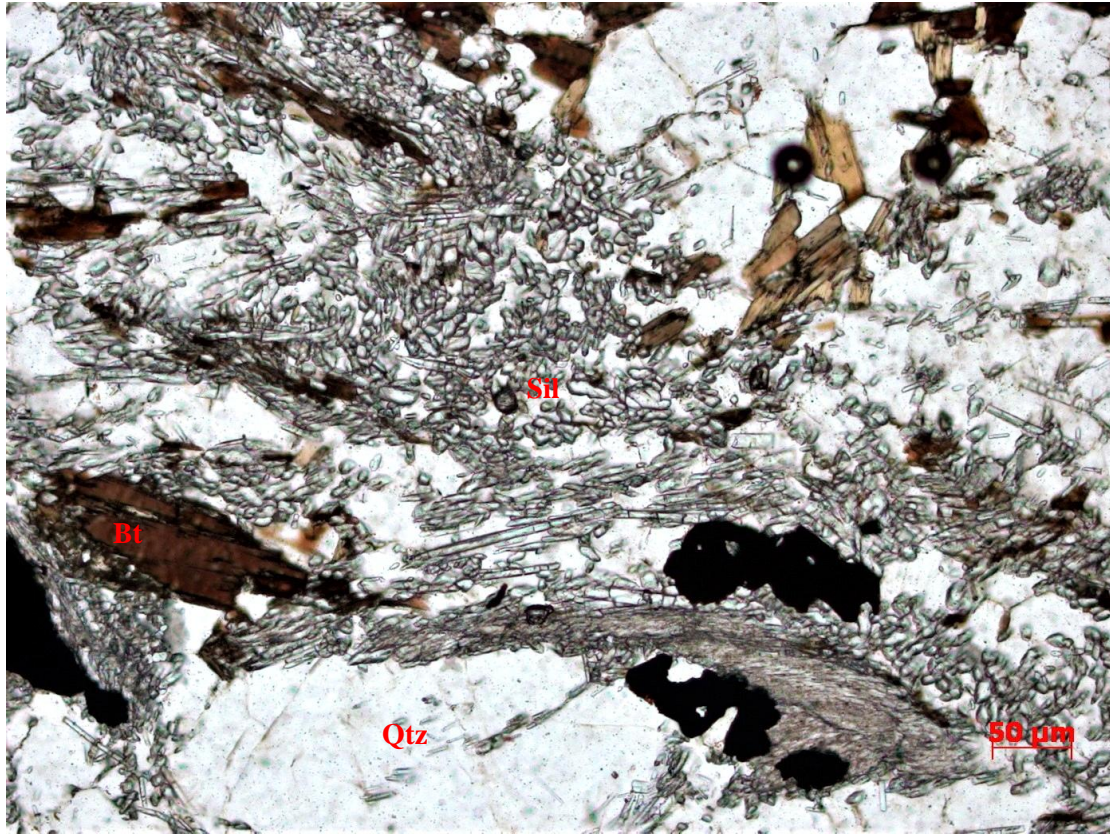


Figura 35. Cristais prismáticos de sillimanita no sillimanita xisto da unidade I. Fotomicrografia em nicóis paralelos. Ponto BJM-224.

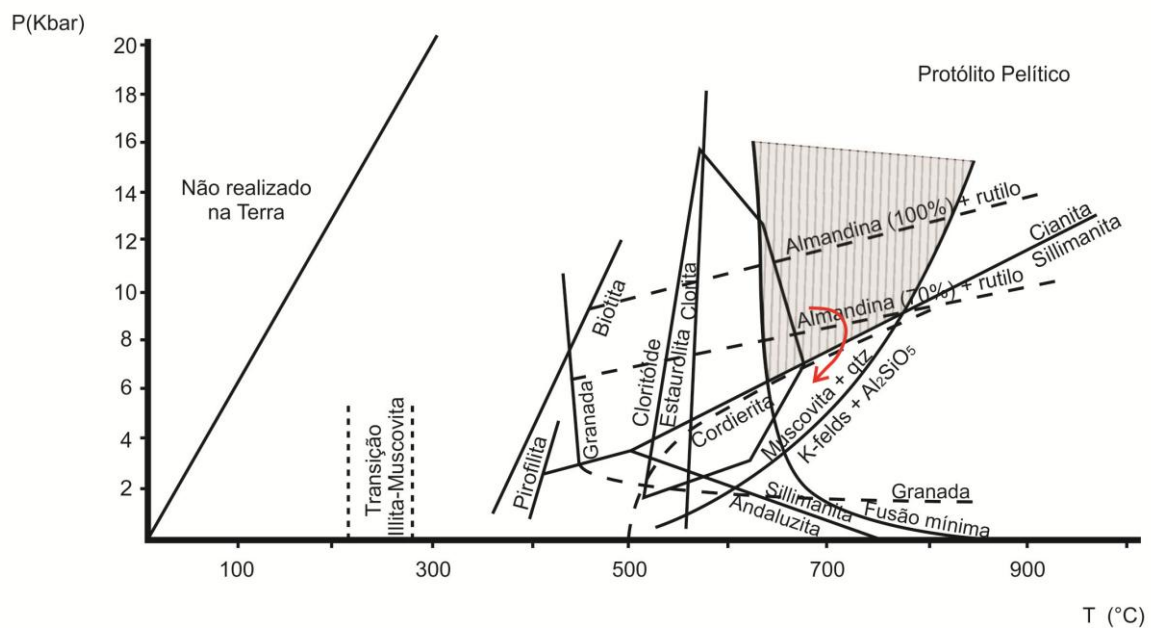


Figura 36. A associação granada-cianita e zona da anatexia definem o campo de P-T de metamorfismo das rochas estudadas, com retrometamorfismo indicado pela presença de sillimanita (seta vermelha). Gráfico P-T de Yardley (1991) para associações minerais em rochas de protólito pelítico.

6. CONCLUSÕES

Os afloramentos das rochas da unidade I são muito escassos, foram observados quase exclusivamente em cortes de estrada, sempre muito alterados intempericamente. As rochas da unidade I representam a associação A1+A2 de Paciullo et al. (2000). São paragnaisses, quartzito puro, quartzito feldspático, quartzito xisto, sillimanita xisto/gnaiss e anfibolito. Os protólitos prováveis dos paragnaisses e quartzitos feldspáticos seriam arcóseos e subarcóseos. Os quartzitos seriam o produto do metamorfismo de quartzito arenitos, enquanto o quartzito xisto teria se formado a partir de rochas semi-pelíticas com proporção elevada de quartzito. O sillimanita xisto/gnaiss indica um protólito de tipo vaque feldspática. Os anfibolitos devem ter sido corpos basálticos que formavam derrames, soleiras e diques. A alta frequência de feldspatos indica ambiente de clima seco ou rápida sedimentação que não permite tempo suficiente de exposição dos detritos feldspáticos para que se alterem intempericamente. A unidade I corresponde aos sillimanita granada biotita gnaisses descritos por Campos Neto et al. (2004), mas não foram encontrados na área gnaisses calciossilicáticos.

A unidade II é formada por quartzito micáceo e quartzito xisto que podem ser relacionadas à unidade A3 de Paciullo et al. (2000). O quartzito ocorre em camadas delgadas a espessas, e por vezes com intercalações centimétricas de quartzito xisto entre elas. Essa sucessão teria sido depositada em uma plataforma, sobre os paragnaisses da unidade I, em um trato de sistema transgressivo. A espessura dessa unidade poderia ser explicada por falhas de empurrão que colocam quartzito sobre quartzito, portanto são difíceis de identificar. Os quartzitos da unidade II correspondem aos quartzitos muito grossos que Campos Neto et al. (2004) descreveram na *Nappe* Lima Duarte. Entretanto, como não foram confeccionadas lâminas petrográficas dessa unidade, não foi possível analisar se esses quartzitos foram recristalizados em textura milonítica como esses autores propuseram.

A unidade III foi definida como uma sucessão de quartzito xisto intemperizado, formado por biotita e muscovita. Essa unidade não foi correlacionada a nenhuma unidade da estratigrafia do Grupo Andrelândia.

A unidade IV representa o Xisto Arantina, unidade A6 de Paciullo et al. (2000) ou o Xisto Rio Capivari de Campos Neto et al. (2004). As rochas são correspondentes distais das unidades II e III. Os xistos representam deposição de fluxos gravitacionais de lama ou fácies hemi-pelágicas em ambiente de mar profundo, enquanto os quartzitos e as intercalações de quartzito xisto e quartzito podem ser registros de depósitos turbidíticos.

O mapa geológico regional de Paciullo (1997) e Paciullo et al. (2000) (Fig. 10) mostra na área de estudo as unidades A3, A5 e A6. No mapeamento detalhado, foi constatado que o contato entre o A6 (Unidade Arantina; unidade IV de mapeamento) e o biotita xisto (A5) não aparece na área. Além disso, também foi possível mapear a unidade A1+A2 (unidade I do mapeamento) na base da sucessão metassedimentar, abaixo da unidade A3 (unidade II do mapeamento).

Na área de estudo, Campos Neto et al. (2011) definiram o contato entre as *Nappes* Andrelândia e Lima Duarte, marcado por uma falha de empurrão entre as unidades II e IV. Segundo esses autores, a *Nappe* Andrelândia estaria cavalgando a *Nappe* Lima Duarte em uma superfície de empurrão dobrada. Esse contato foi seguido com facilidade por toda a área, devido à abundância de bons afloramentos de ambas as unidades. Entretanto, não foi observada em campo nenhuma feição característica de uma falha de empurrão. Como na estratigrafia a unidade IV ocorre lateralmente à unidade II, e na área está ocorrendo por cima, uma falha de empurrão foi inferida no contato entre essas duas unidades.

Uma foliação plano axial de dobras isoclinais intrafoliais dobrada e redobrada indica a existência de três fases de deformação. A primeira fase, D1, gerou a foliação principal paralela ao acamamento e plano axial de dobras isoclinais. Este conjunto (acamamento e foliação) está dobrado em dobras assimétricas com vergência para SE e dobras abertas simétricas. Em D2 ocorrem dobras abertas assimétricas a isoclinais com vergência para SE e também lineação de estiramento e eixos caindo para SW. As dobras e crenulações abertas e simétricas com eixo de baixo caimento para E ou W e plano axial íngreme para N ou S foram relacionadas à fase D3.

Regionalmente, D1 seria associado à colocação das *nappes* durante a estruturação do orógeno Brasília, formando as falhas de empurrão. D2 estaria relacionado aos dobramentos posteriores também relacionados à deformação Brasília, enquanto D3 estaria associada à deformação relativa à estruturação do orógeno Ribeira (Fig. 9).

As associações dos minerais metamórficos estudadas foram muscovita, biotita, granada, cianita e sillimanita; e anfibolito com horblenda verde e oligoclásio, que registram metamorfismo de fácies anfibolito. A coexistência dos aluminossilicatos cianita e sillimanita indica que as rochas já estiveram sob condições de pressão mais elevada e que durante o retrometamorfismo a cianita foi substituída por seu polimorfo de pressão relativamente mais baixa, a sillimanita. É possível também que a sillimanita esteja relacionada ao metamorfismo Ribeira, como proposto por Trouw et al. (2013). Pegmatitos e veios quartzo feldspáticos indicam a zona da anatexia.

Referências Bibliográficas:

- Ávila, C.A., Teixeira, W., Cordani, U.G., Moura, C.A.V., Pereira, R.M., 2010. **Rhyacian (2.23-2.20 Ga) juvenile accretion in the southern São Francisco craton, Brazil: Geochemical and isotopic evidence from the Serrinha magmatic suite, Mineiro belt.** J. South Am. Earth Sci. 29, 464–482. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2009.07.009>
- Barbosa, O. 1954. **Évolution du géosynclinal Espinhaço.** In : INTER. GEOL. CONGR. 19, Alger, 1952, Comptes Rendus ,Alger, sec. 13, fasc. 14, p. 17-36.
- Brito Neves, B.B.D., da Costa Campos Neto, M., Fuck, R. a, 1999. **From Rodinia to western Gondwana; an approach to the Brasiliano-Pan African cycle and orogenic collage.** Episodes 22, 155–166. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2007.04.018>
- Campos Neto, M.D.C., Caby, R., 1999. **Neoproterozoic high-pressure metamorphism and tectonic constraint from the nappe system south of the Sao Francisco Craton, southeast Brazil.** Precambrian Res. 97, 3–26. [https://doi.org/10.1016/S0301-9268\(99\)00010-8](https://doi.org/10.1016/S0301-9268(99)00010-8)
- Campos Neto, M. da C., Caby, R., 2000. **Lower crust extrusion and terrane accretion in the Neoproterozoic nappes of southeast Brazil: petrologic and structural constraints.** Tectonics 19, 669–687. <https://doi.org/10.1029/1999TC900065>
- Campos Neto M.C., 2000. **Orogenic Systems from Southwestern Gondwana: an approach to Brasiliano-Pan African Cycle and orogenic collage in Southeastern Brazil.** In: U.G. Cordani, E.J. Milani, A. Thomaz Filho & D.A. Campos (eds.) Tectonic Evolution of South America. Rio de Janeiro, Brazil, p. 335-365
- Campos Neto, M. da C., Stipp Basei, M.A., Farias Vlach, S.R., Caby, R., Szabó, G.A.J., Vasconcelos, P., 2004. **Migração de Orógenos e Superposição de Orogêneses: Um Esboço da Colagem Brasileira no Sul do Cráton do São Francisco, SE - Brasil.** Geol. USP - Ser. Cient. 4, 13–40. <https://doi.org/10.5327/S1519-874X2004000100002>

Campos Neto, M. da C., Janasi, V.D.A., Bassei, M.A.S., Jr, O.S., 2007. **Sistema de nappes Andrelândia, setor oriental : litoestratigrafia e posição estratigráfica.** Rev. Bras. Geociências 37, 47–60. <https://doi.org/10.5327/RBG.V37I4.1323>

Campos Neto, M. da C., Cioffi, C.R., Moraes, R., da Motta, R.G., Siga, O., Basei, M.A.S., 2010. **Structural and metamorphic control on the exhumation of high-P granulites: The Carvalhos Klippe example, from the oriental Andrelândia Nappe System, southern portion of the Brasília Orogen, Brazil.** Precambrian Res. 180, 125–142. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2010.05.010>

Campos Neto, M. da C., Basei, M.A.S., Assis Janasi, V. de, Moraes, R., 2011. **Orogen migration and tectonic setting of the Andrelândia Nappe system: An Ediacaran western Gondwana collage, south of São Francisco craton.** J. South Am. Earth Sci. 32, 393–406. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2011.02.006>

Ebert, H. 1955. **Relatório de Atividades. Relatório Anual do Diretor**, DGM, DNPM, ano 1954, Rio de Janeiro, p.79-89.

Ebert, H. 1956. **Relatório de Atividades. Relatório Anual do Diretor**, DGM, DNPM, ano 1955, Rio de Janeiro, p.62-81.

Hasui, Y. 1982. **The Mantiqueira Province: Archean structure and Proterozoic evolution.** Revista Brasileira de Geociências (International Symposium of Archean and Early Proterozoic Geological Evolution and Metallogenesis, Salvador, Anais), 12(1-3): 167-171.

Heilbron, M., 1993. **Evolução Tectono-Metamórfica da Seção Bom Jardim (MG)-Barra do Pirai (RJ).** Setor Central da Faixa Ribeira. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 268p.

Heilbron, M.; Valeriano, C. M.; Tassinari, C. C. G.; Almeida, J. C. H.; Tupinambá, M.; Siga, O. & Trouw, R. A. J., 2008. **Correlation of Neoproterozoic Terranes Between the Ribeira Belt, SE Brazil and its African Counterpart: Comparative Tectonic Evolution and Open Questions.** In: West Gondwana. Eds Pankhurst, R. J., Trouw, R. A. J., Brito Neves, B. B. & De Wit, M. J. 211-238.

Kretz, R. 1983. **Symbols for rock-forming minerals**. American Mineralogist, 68: 277- 279.

Paciullo, F.V.P., Ribeiro, A., Andreis, R.R., Trouw, R.A.J., 2000. **The Andrelândia Basin, a Neoproterozoic Intraplate Continental Margin, Southern Brasília Belt, Brazil**. Rev. Bras. Geociências 30, 200–202.

Paciullo, F.V.P., Ribeiro, A., Trouw, R. a J., 2003. **Geologia da Folha Andrelândia 1:100.000**. Geol. e Recur. minerais do sudeste Min. Proj. Sul Minas - Etapa I 84–119.

Ribeiro, A., Trouw, R.A.J., Andreis, R.R., Paciullo, F.V.P., Valença, J.G., 1995. **Evolução das bacias proterozóicas e o termo-tectonismo brasileiro na margem sul do Cráton do São Francisco**. Rev. Bras. Geociências 25, 235–248.

Ribeiro, A., Ávila, C.A., Valença, J.G., Paciullo, F.V.P., Trouw, R.A.J, 2003a. **Geologia da Folha São João del Rei 1:100.000** In: Pedrosa-Soares, A.C. Noce, C.M., Trouw, R., Heilbron, M. (Eds), Projeto Sul Minas, Etapa 1: Geologia e Recursos Minerais do Sudeste Mineiro. Companhia Mineradora de Minas Gerais, pp. 521-622.

Ribeiro, A., Teixeira, W., Dussin, I.A., Ávila, C.A., Nascimento, D., 2013. **U-Pb LA-ICP-MS detrital zircon ages of the São João del Rei and Carandaí basins: New evidence of intermittent Proterozoic rifting in the São Francisco paleocontinent**. Gondwana Res. 24, 713–726. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2012.12.016>

Streckeisen, A. 1976. **To each plutonic rock, its proper name**. Earth Science Review, 12(1): 1-33.

Trouw, R.A.J., Ribeiro, A., Paciullo F.V.P., Heilbron, M. 1984. **Os Grupos São João del Rei, Carrancas e Andrelândia interpretados como continuação dos Grupos Canastra e Araxá**. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 33, Rio de Janeiro. Anais, v.2, p.3227-3240.

Trouw, R.A.J., Peternel, R., Ribeiro, A., Heilbron, M., Vinagre, R., Duffles, P., Trouw, C.C., Fontainha, M., Kussama, H.H., 2013. **A new interpretation for the interference zone between the southern Brasília belt and the central Ribeira belt, SE Brazil.** J. South Am. Earth Sci. 48, 43–57. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2013.07.012>

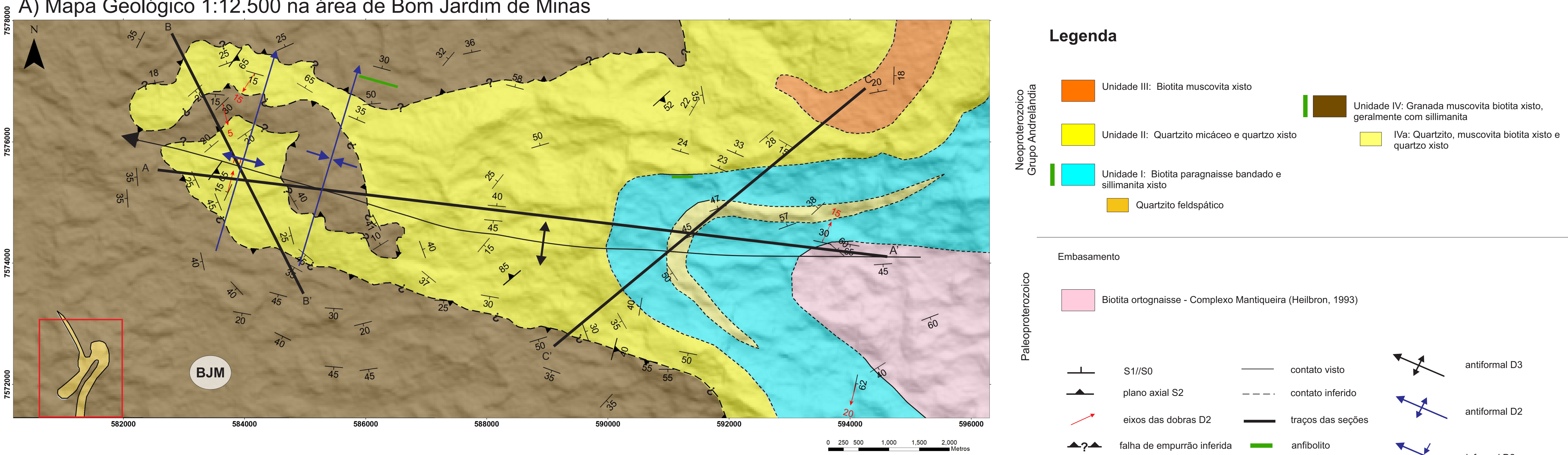
Williams H., Turner F., Gilbert C.M. 1970. **Petrografia. In: Textura e classificação de rochas ígneas** (Eds.) USP, pp.:13-38.

Westin, A., Campos Neto, M.D.C., 2013. **Provenance and tectonic setting of the external nappe of the Southern Brasília Orogen.** J. South Am. Earth Sci. 48, 220–239. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2013.08.006>

Yardley, B.W.D., 1991. **An introduction to metamorphic petrology.** New York: Longman: Earth Science Series. 248p

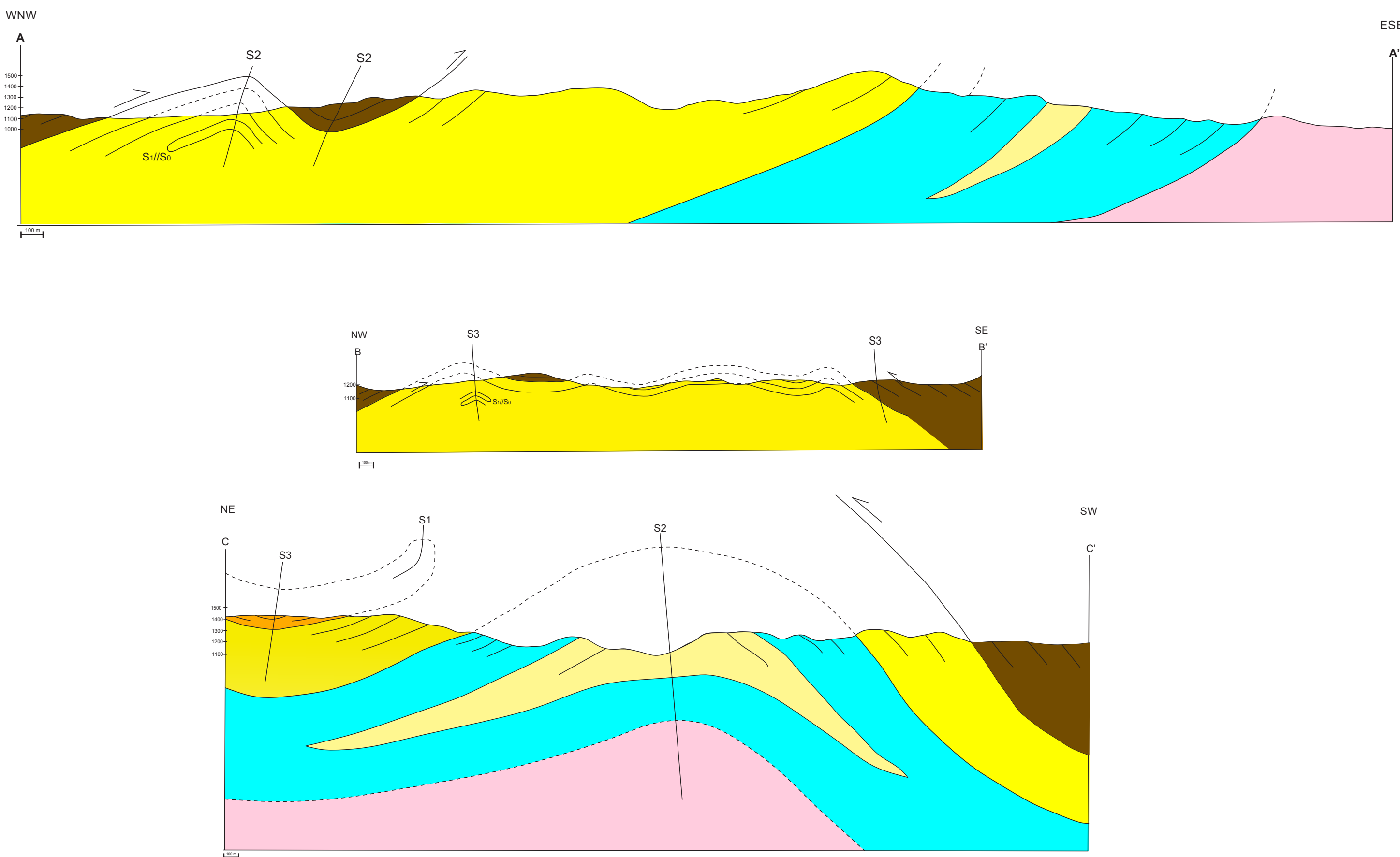
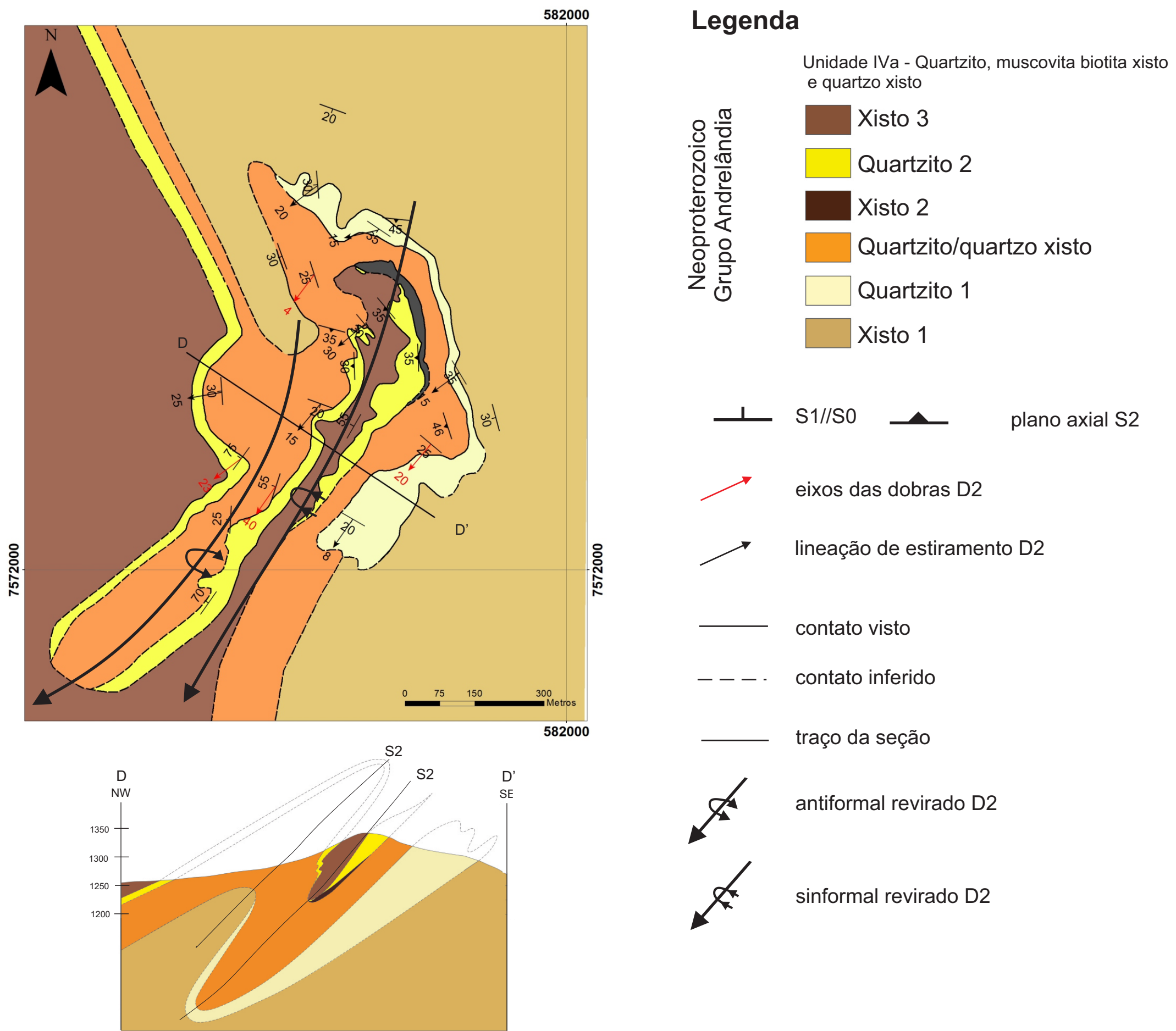
Beatriz Fróes Moreira
Trabalho Final de Curso - Geologia
Estratigrafia e Geologia Estrutural do Grupo Andrelândia (Neoproterozoico) em Bom Jardim de Minas, Sul de Minas Gerais
Anexo I - Mapas e seções geológicas

A) Mapa Geológico 1:12.500 na área de Bom Jardim de Minas



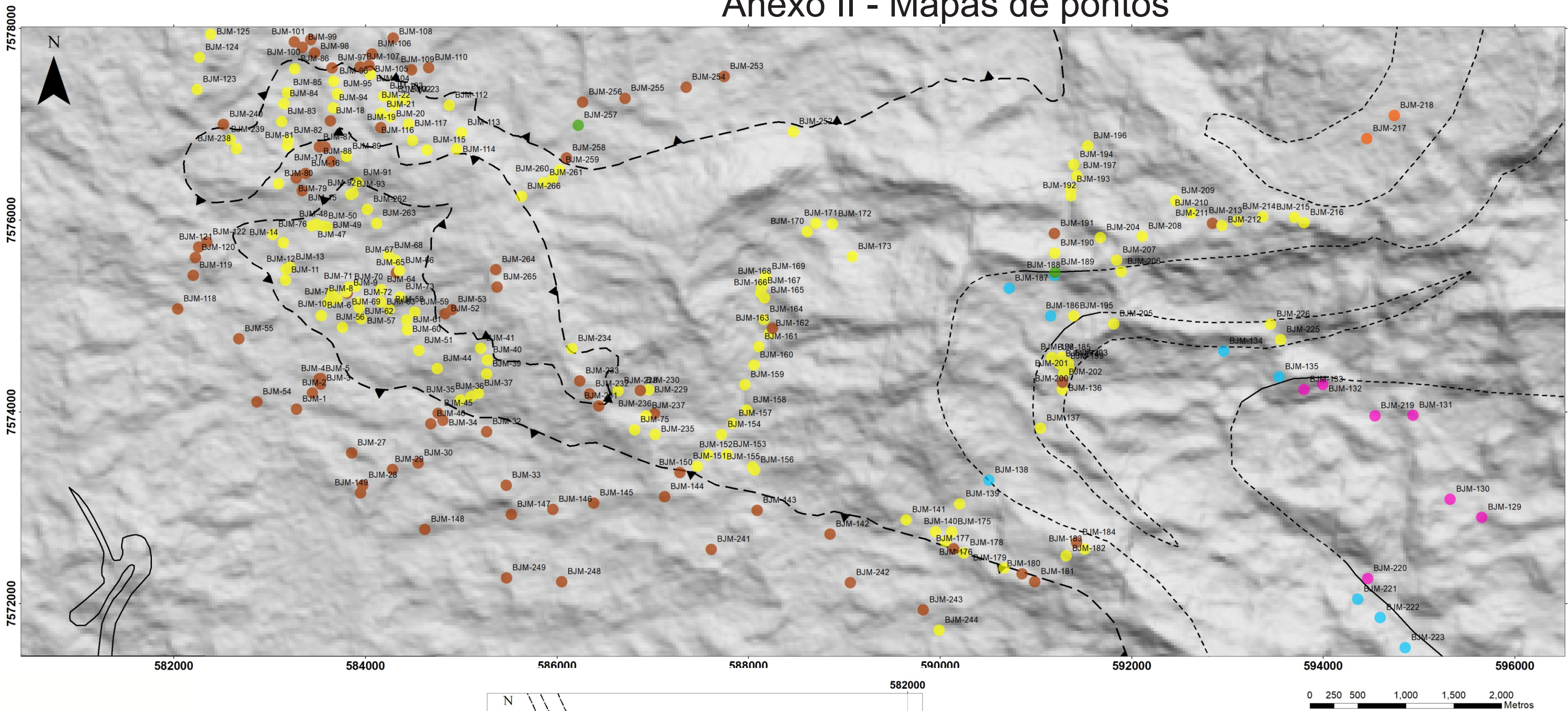
B) Mapa Geológico detalhado (1:2.500) do Morro do Caxambu

Realizado em conjunto com Lucas Arienti Gonçalves e Tais Ferreira Martins para a Jornada de Iniciação Científica da UFRJ de 2015



Beatriz Fróes Moreira
Trabalho Final de Curso - Geologia
Estratigrafia e Geologia Estrutural do Grupo Andrelândia (Neoproterozoico) em Bom Jardim de Minas, Sul de Minas Gerais

Anexo II - Mapas de pontos



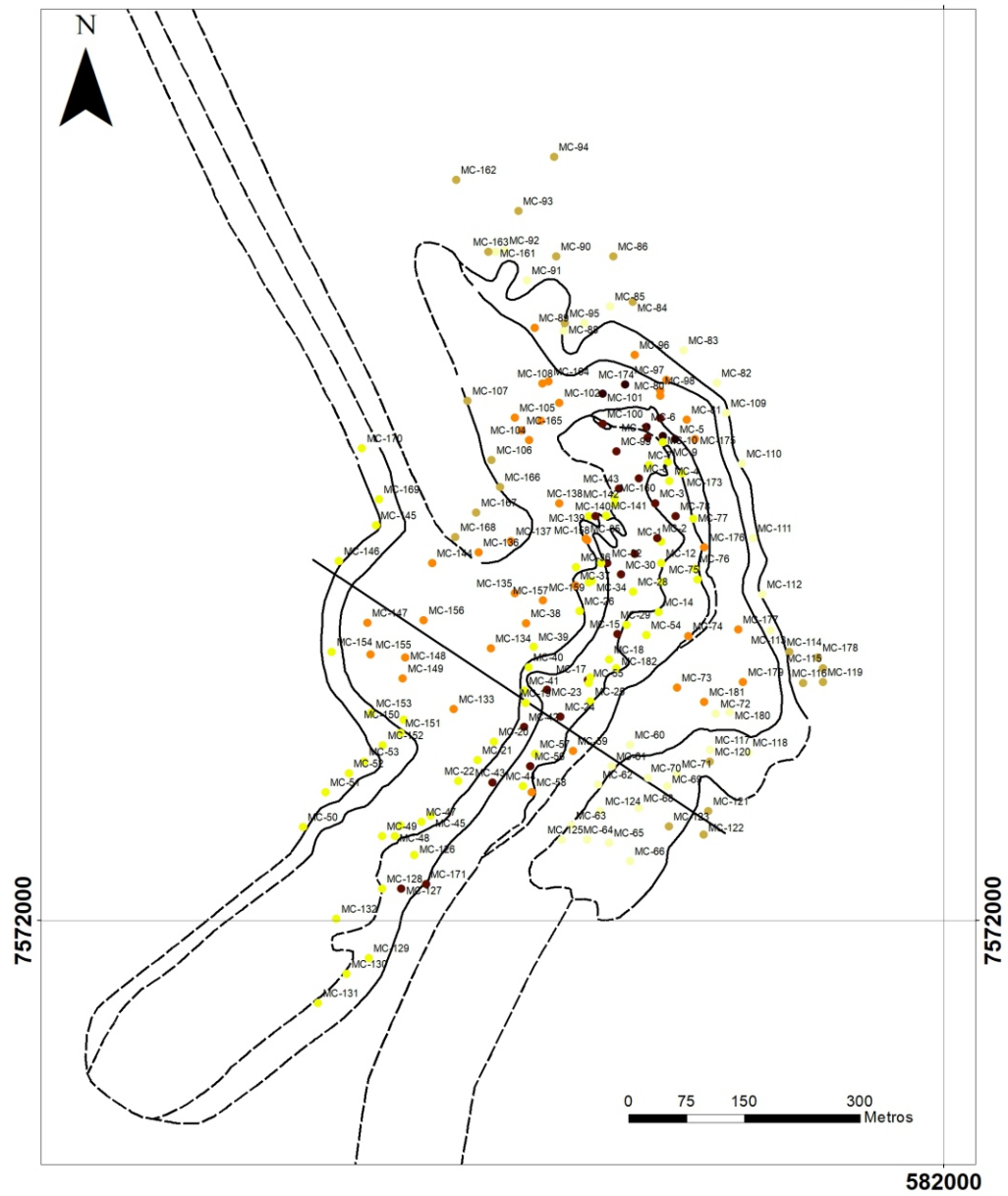
A) Mapa de pontos de Bom Jardim de Minas

Legenda

litologia

- anfibolito
- embasamento
- gnaisse
- quartzito
- biotita xisto
- xisto/quartzo xisto

A) Mapa de pontos do Morro do Caxambu



Legenda

litologia

- xisto 3
- quartzito 2
- xisto 2
- quartzito/quartzo xisto
- quartzito 1
- xisto 1